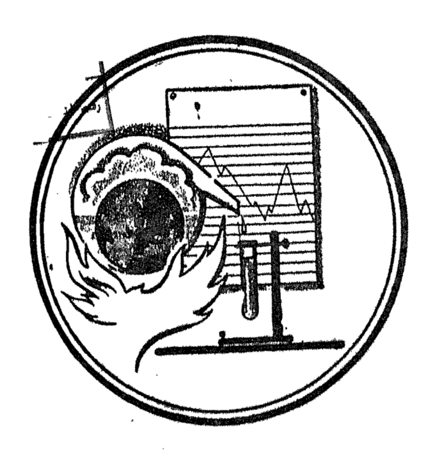

Bibliotheca Alexandrina
0019347

فؤاد صرّوف
محرر المقتطف



أسرار الكون والحياة يقتحم غمراتها العلماء



هدية المقتطف لسنة ١٩٣٤

مرفوعة الى ذكرى

الدكتور يعقوب صروف

هذه صُورتكَ تُطِلُّ عَلَيَّ أبداً ومن خلالها يُفيضُ عليَّ الأبَدُ نُورَ عينين مِلؤهما الحُنوُّ والأمل. أما حُنُوّك فلهذا المقتطف الذي امددتَهُ بأسباب الحياةِ ما علقت بك أسباب الحياة، وأما املكَ ففيما اردتهُ لهُ من أن يمضيَ بعدك في السبيل التي مضيت بهِ فيها على هدى ورشاد. وجعلت زاده في طريقه ايماناً لا يفتر ولا يرتدّ ... ايماناً ...

بأن العلم اذا اتسعت بهِ آفاقهُ ردَّ الجهل على ادباره الى غير رجعة
وان العلم الذي يوثق ما بين العقل والقلب هو الذي يمد الحياة بالتعاون والتناصر
وان فضائل الشرق المتوارثة وروائع العلم الحديث هما مادة الحياة التي نود ان تتدفق في اعصاب الشرق ليقوى ويستمر مريره.

كانت كلمتك كلمة الرسول الكريم « اطلبوا العلم ولو بالصين »

فهذه صفحات من العلم شرقية غربية جمعها من توليتهُ يافعاً وأخلصتهُ حبك وارشادك شاباً، ثم فاتتهُ بك المنية وهو اشدّ ما يكون احتياجاً الى حنانك وارشادك فليكن هذا دليلاً من الادلة على وفائهِ بالعهد الذي التزم بهِ نفسهُ يوم تجافت انامل يمناك عن القلم، والقت اليهِ يسراك بالمصباح

دار المقتطف
٩ يوليو ١٩٣٤

فؤاد صرّوف

دعاء

بارك اللهمّ جميع الذين وفقوا مواهب عقولهم ومخيّلاتهم في مختلف العصور والاقطار،على كشف نواميس الفكر ، وتعيين افلاك النجوم وحركة المجرّات ، واتساق وجوه التغيُّر في القوى الطبيعية ، وميزوا العناصر وحققوا صفاتها وصلتها بعضها ببعض واستنبطوا منها مركبات جديدة ، وتخطُّوا بخيالهم العصور فرأوا الجبال كأنها بنات أمس ، وعرفوا تاريخ الارض وتطوّرها وما تحتوي عليهِ سجلات صخورها وبحارها ، وغامروا بنفوسهم للكشف عن مواطن جديدة للانسان ، ورتبوا سلاسل الاحياءِ من نبات وحيوان وراقبوا طبائعها ودرسوا مواطنها وبحثوا في نزاعها على مرّ الدهور ، وطبقوا مبادىء العلوم المختلفة على حراثة التربة ودفع المجاعات ، وكشفوا عن أسرار الامراض واستنبطوا وسائل لمنعها او حصرها، وجعلوا الضوء والصوت والحرارة والبرد والبرق والريح والكهربائية طوعاً لارادة الانسان

بارك اللهمّ ذكر ارسطو وبايكون وديكارت ، كوبرنيكس وكپلر وهرشل والبتاني ، غليليو ونيوتن وفرادي ومكسوِل وكوري ، جابر بن حيان ولافوازيه ودلتن ومندليف وموزلي ، هتن وليَل ووليم سمث ، ماركو بولو وكولمبوس وننسن وامندسن ، لينيوس ولامرك وداروِن ومندل ، ابقراط وفساليوس والرازي وابن سينا وجنر وباستور

بارك اللهمّ پلانك واينشتين وطمسن ورذرفورد وبوهر وشرويدنغر وهيزنبرج وده بروليَ وادنغتن وجينز وملكن وكمطن وفرمي وماركوني ولوِس ولنغميور وده ستر ولميتر وديراك ومشرّفة وبراغ وراماًن وباڤلوف ومورغن وهولدين وهكسلي، وكلّ من كان عاملاً على جلاء الحقيقة من وجوهها المختلفة

باركهم اللهمّ جميعاً . انهم سبيلنا الى استجلاء قدرتك ورؤية سناك !

العلم والعمران

مقام العلم في الحضارة

أثر الاسلوب العلمي

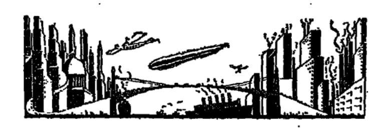
العلم والازمة العالمية

مسائل العلم الحديث

« ان علماءنا ومستنبطينا اغلى الممتلكات القومية التي نملكها. كل مبلغ من المال مهما يعظم ضئيل ازاء عمل هؤلاء الرجال الذين يملكون قوة الابداع والتفاني والمثابرة على ترقية الفكر العلمي خطوة خطوة حتى يصلوا بهِ الى البيوت فينشروا فيها اسباب الصحة والراحة والرفاهة. اننا لا نستطيع ان نقيس ما عملوه لترقية العمران بكل ارباح البنوك في جميع انحاء المعمورة. . . »

هربرت هوفر

رئيس الولايات المتحدة الاميركية السابق



مقام العلم في الحضارة

لا نعرف انقلاباً في الثلث الاول من القرن العشرين اكثر خطراً وأبعد اثراً في الحضارة والحياة من الانقلاب الاجتماعي الذي اساسهُ تطبيق قواعد العلوم الطبيعية على مقتضيات العمران لا يدانيه في ذلك الانقلاب الذي اسفرت عنه الحرب الكبرى في حدود البلدان وأشكال حكوماتها . فقد سيطر الانسان على عناصر الطبيعة واستخدمها في قضاء مآربه فتضاعفت قوتهُ وزادت ساعات فراغهِ، وياليتهُ ينفقها في مطالب الحياة العليا من تأمل ومطالعة وتمتع بمشاهد الطبيعة وآثار التاريخ وآيات الفنون

ان قواعد العلوم الطبيعية وما استعملت له من الاعمال تدخل في كل كبيرة وصغيرة من حياتنا اليومية فردية كانت او اجتماعية . فقد اصبح المهندسون من جهة والكيماويون من جهة اخرى ارباباً يبارون الطبيعة في استحداث كل ما هو عجيب مفيد . انهم صيروا الارض كرة صغيرة كالكرة التي يلهو بها الطفل في العابه لان طرائق المخاطبات اللاسلكية التي استنبطوها تمكنهم من ارسال رسالة حول الارض في اقل من خمس ثانية . وفي الولايات المتحدة وحدها اذا خطب خطيب تمكن خمسون مليوناً او اكثر من الاصغاء اليهِ. وارتقاء المواصلات البرية والبحرية والجوية محا آية البعد . يقابل ذلك ان الروّاد قد جعلوا اطراف هذه الكرة كذلك اكثر تراميًا وارجاءها اعظم اتساعاً بما كشفوه من المجاهل وما جففوه من المستنقعات وما رووه من الصحاري وما مهدوه من الادغال وما ابادوه من الامراض في البلدان الوبيئة

***

ان طرق المواصلات والمخاطبات السريعة التي لم تخطر لابناء القرن الماضي في اوله ولا في اواسطه بل ولا في اواخره على بال، جعلت ابناء العصر الحاضر من مختلف الاقطار على اتصال دائم بعضهم ببعض. فمن اقصى الجزائر النائية تمخر السفن عباب اليم حاملة على متنها مواد الصناعة وأصناف الغذاء. والاسلاك البرقية تطوّق قارات الارض بأسلاك من نحاس . بل والهواء نفسه يعجُّ عجيجاً بالامواج اللاسلكية تحيط بالارض وتحمل على اجنحتها السحرية الصور والانبـاء — انباء النجاح وأنباء الخيبة ، انباء السرور وأنباء الحزن ، انباء الحرب وأنباء السلم ، انباء المكتشفات الخطيرة التي تنشئ في التاريخ حدوداً للزمان وأنباء الحوادث والمكائد والسرقات الحقيرة ... ولله درّ خليل مطران حيث يقول :

فاليوم ابطأ ما تكون رسالة ان نطت عاجلها بريش القشعمِ
حمّل ألوكتك الفضاء يؤدها شرراً الى اقصى مدًى متيممِ
فالجو بالقطبـين طرس دائر والبرق اسرع ما ترى من مرقمِ

فاذا امتطى جماعة من الروّاد متن طيارة او منطاد وراحوا يطلبون المجد في ارتياد صقع من مجاهل القطبين فأصيبوا بنكبة هاضت اجنحتهم وتركتهم يعانون الزمهرير على ركام طاف من الجليد، ويتراوحون بين الامل بالنجاة واليأس من الحياة ، كان في الامكان ان تردَ انباء نكبتهم وان يعيَّن مكانها على اجنحة الاثير نبرات واضحة وكلمات مفهومة ، فيشترك العالم المتمدن في سماعها ويشاركهم في جزعهم ويهب ابناؤه الى نجدتهم . واذا دخل الانسان داره حسب نفسه ربَّما صغيراً اذ يضغط على زرّ كهربائي قائلاً « ليكن نور » فتنقاد الكهربائية لامرته صاغرة تشق دياجير الظلام بنور كنور النهار . واذا شاء ان يتملى القوة في مظهرها الميكانيكي فما عليه الاَّ ان ينظر من نافذة داره الى الشارع فيرى السيارات تطوف الشوارع رشيقة القوام كالغادات التي تسوقها ، ولكن في داخلها قوة تستطيع ان تدفعها في سرعة السهم او النيزك المنقض من الفضاء . ثم اذا حلق بنظره الى السماء رأى الانسان وقد امتطى اجنحة ونسيج من معدن يسابق عليها عقبان الجوّ . واذا سار الى المرفإ شاهد فيه مدناً طافية اكتملت فيها جميع معدات الراحة والرفاهة تجوب البحار هازئة بأمواجها ، وكم من سفين ابتلعه البحر في حشاه . واذا زار معملاً من المعامل الحديثة رأى فيهِ الآلات الضخمة تطبع وتقص وتطوي او تغزل وتنسج او تصهر وتسبك وتقطع وترفع وتنقل كأنها احياء عاقلة تماثل الاحياء العاقلة ذكاءً وارادة وتفوقها قوة ومضاءً ودقة في اعمالها

واذا جال في بساتين التجارب الزراعية رأى العجب العجاب في اكباب الباحثين على تعرّف المجهول. فأكثر امراض المواشي والنباتات قد دان لصبرهم وذكائهم . وأسرار الوراثة وتحسين النسل على دقتها وابهامها صارت معروفة لديهم ففي استطاعتهم ان يولدوا مئات من الضروب الجديدة من الازهار والاثمار وينشئوا فيها صفات لم تعرف فيها من قبل . فقد استحدثوا خوخاً لا قشرة قاسية لنواته وتيناً بشوكه لا شوك في اغصانه (وهي تحسب خطأً اوراقهُ) . ويرى العلماء ان مجال الابداع في هذا الميدان ، في النباتات والحيوانات ، متسع جدًّا

واذا نظر الى جسده رأى كيف مكنهُ العلم من اسرار الحياة وقواعد الصحة وأسباب المرض ووسائل العلاج . فمنذ سبعين سنة كان العلماء لا يعرفون شيئاً عن الجراثيم او المكروبات التي تسبب الامراض . وكان لويس باستور الفرنسي يبحث في احدى معاصر الخمر عن الامراض التي تفسد النبيذ والجعة فثبت له ان الاختمار لا يمكن ان يكون ذاتيًّا بل هو نتيجة لفعل جماهير كثيرة من الاحياء الدقيقة . ثم اثبت ان الهواء يعجُّ بهذه الاحياء . ومن ذلك توصل الى الكشف عن المكروبات التي تحدث بعض الامراض في الناس والحيوانات والسبيل الى علاجها والوقاية منها . وقد صارت ضروب المكروبات التي كشفت ودرست تعد بالمئات او بالالوف وفي انحاء العالم المتمدن تجد مئات المعامل والمختبرات يقيم فيها العلماء يوماً بعد يوم على درس طبائع هذه الاحياء واثرها في الصحة والمرض والصناعة والزراعة

وقد بُني على كشف هذه الاحياء ودرسها استعمال انواع المطهرات ومضادات الفساد وغيرها من الوسائل التي نأمل يوماً ان نسيطر بها سيطرة تامة على كل الامراض بعد مادانت لنا الدفثيريا والجدري والحمى القرمزية والحمى التيفودية وغيرها . وصار حديث الجرّاحين كحديث السحرة لغرابتهِ . فكم من حياة انقذوها بجرأتهم وخفتهم في البضع والاستئصال .

كل هذا جديدٌ يعود تاريخ انشائهِ الى مختتم القرن الماضي . والمرجح لدينا ان طائفة من قراء هذه الكلمات لا تزال تذكر الهندسة الكهربائية وأربابها وهم يحاولون ان يثبتوا وجودهم في العقد الثامن من القرن الماضي باستنباط امر يثير اهتمام الجمهور . وهي ولا ريب تذكر كذلك الانباء الاولى عن التلفون وكيف قوبلت بالاعراض والريب . حتى ان السر وليم طمسن (لورد كلفن) دهش واعجب حين رأى التلفون حقيقة يراها ويسمعها بعد ما سمع بها . وفي أثر ذلك يجري فونغراف اديصن وتربين بارسنز وآلة الاحتراق الداخلي . ان هذه الاطفال العلمية — اذا استعملنا لفظة فرادي الانكليزي للتعبير عن المستنبطات الجديدة — نمت واشتدَّ ساعدُها ولكنها لم تصبح جبابرة تسير في الارض فتفرق لسيرها القلوب . بل هي عبيد اخضعتها ايدي العلماءِ القادرة لتقوم باعمال الحضارة على اختلافها وشدَّة تعقيدها . فزادت سيطرة الانسان على الطبيعة سيطرة وقوة ، فهو اطول عمراً واوفر راحة واكثر تعلماً وتهذباً واجنح الى السلم منهُ الى الحرب لارتباط المصالح واشتباك الاعمال ولشعور الناس بان ام الارض اصبحت بفضل العلم وكأنها امة واحدة

ولادراك هذا الانقلاب الخطير ما علينا الاَّ ان نطوي بالذاكرة قرناً كاملاً فنشاهد قاطرة ستيفنصن الاولى . انها كلعبة الطفل اذا قيست بقاطرات اليوم ! وكان التلغراف السلكي — دع عنك التلفون اللاسلكي والفنون اللاسلكية جمعاء — لا يزال فكرة في طيّ الغيب . والكهربائية على تغلغلها في صميم العمران الحالي كانت لا تزال تسلية غريبة يلهو بها الباحث العلمي . ان اكتشاف فرادي للمبدإ الاساسي الذي بني عليهِ المحرك الكهربائي لم يتمّ الاَّ سنة ١٨٣١ . كانت المبادىء العلمية التي يستطيع المهندسون ان يطلقوها على مقتضيات الحياة قليلة فكانت مستنبطاتهم قليلة ضئيلة الأثر . ولكن علماء الطبيعة كانوا مكبّين على تقصيها فكانت مكتشفاتهم في حفظ القوة ونواميس الحرارة والكهربائية وقواعد الكيمياء ومبادىء علوم الحياة اساساً لكل ما نراهُ حولنا من مقومات العمران الحديثة . ذلك لان غاية البحث العلمي توسيع نطاق المعرفة بما يكشفه من نواميس الطبيعة ومبادىء الحياة . واكثر هذه المباحث يعود على الصناعات بفائدة كبيرة تفوق الفائدة التي تجنى من بحث صناعي ضيق النطاق يقصد بهِ استنباط جهاز معين . فالبحث الصناعي قد يقصد بهِ مثلاً اتقان جزء خاص من المحرك الكهربائي او المصباح الكهربائي ولكن البحث العلمي المجرد غايتهُ كشف نواميس الكهربائية . ومتى عرفت هذه النواميس اصبحت كلُّ الآلات الكهربائية في حيز الامكان . فالبحث العلمي يجب الا يركب مطية الاخفاق بحصر الغاية منهُ في النفع المادي المباشر .

وتاريخ ارتقاء العمران سلسلة متصلة من الادلة على ان البحث العلمي يكون في البدء مجرداً ثم لا يلبث المستنبط ان يبني على المبادىء العلمية المجردة المستنبطات الخطيرة فيتناولها ارباب الصناعات ويتوسعون في صنعها حتى يعمّ استعمالها الناس وتصبح من ضرورات الحياة

***

هذا في ميدان العلم العملي

وليس من المستسهل جوب ميادين العلوم النظرية وتلخيص ما تمّ فيها على النمط المتقدم . فما تمّ فيها كثير وجلّهُ اساسيٌّ . ومعظمهُ لا يسترعي النظر فلا يدرك خطرهُ الاّ العارف بما لهُ من ارتباط بوجوه التقدم الاخرى. وقد يكون الارتقاء لا صلة له في الظاهر بتقدم العلوم فيتعذر اعطاؤهُ نصيبهُ من القدر . او قد يكون سخيفاً في نظر العجول الذي لا يلبث برهة ليكشف ما وراء الخطوة الاولى من الممكنات الخطيرة . لذلك كله يتعذر علينا تلخيصهُ وانما نحاولهُ في صفحات هذا الكتاب

قد يكون الارتقاء في علم من العلوم او فرع من فروع المعارف الانسانية مبنيًّا على اكتشاف جديد كالمباحث الجديدة التي تدور حول الراديوم . او قد يكون تقديراً جديداً لحقيقة قديمة كالعناية بشأن الغدد الصمّ . فعلماء الفسيولوجيا كانوا يعرفون الغدة الدرقية حول القصبة والغدة التي فوق الكليتين والغدة النخمية في الدماغ ولكنهم لم يدروا ان هذه الغدد تفرز مفرزات داخلية (هرمونات) يوزعها الدم في الجسم فتحفظ النظام الحيوي الدقيق فيهِ من الخلل والاضطراب . وقد يكون الارتقاء الجديد مبنيًّا على فكرة جديدة كمباحث الوراثة التي تدور على الفكرة المندلية فيها . لانهُ رغم رجوع فكرة مندل الى سنة ١٨٦٥ فان مباحثهُ ظلت مطمورة الى مفتتح القرن العشرين ومع ان عمله يقوم على ملاحظة النباتات واستخراج حقائق ملموسة منها الاّ ان قيمة عمله ناجمة عن انهُ استخرج لنا فكرة حدّد بها معنى الوراثة . وقد يكون الارتقاء العلميّ ناشئاً عن صلة جديدة بين علمين منفصلين . والامثلة على ذلك كثيرة في القرن العشرين . فالسيكولوجيا اتصلت بالفسيولوجيا في بعض نواحيها . والطبيعة بالكيمياء . والفلك بالطبيعة . والكيمياء بالبيولوجيا . فتقدم العلم تقدماً عظيماً حيث اتصل علمٌ بآخر اتصالاً جديداً . فمن اتصال الطبيعة بالكيمياء خرجت لنا الكيمياء الطبيعية التي تتناول بناء المادة الدقيق . ومن الفلك بالطبيعة خرج البحث الجديد في النور وشكل الكون وطبيعة المادة النهائية . ومن الطبيعة بالبيولوجيا خرجت الكيمياء البيولوجية التي تكاد تحسب اساساً لفهم المادة الحية في مظاهرها الاساسية. واخيراً قد يكون الارتقاء نتيجة لاستنباط آلة جديدة. فاستنباط المكرسكوب الدقيق (الالترا مكرسكوب) كشف عن حقائق جديدة في معرفة المكروبات مثلاً وصنع (السبكترغراف) كان فاتحة علم جديد في درس طبائع الاجرام السموية والعناصر التي

تتركب منها واختراع (الالكتروكارديوغراف اي مصوّر القلب الكهربائي) كان رسول نور في فهم أحوال القلب وعمل عضلاتهِ واسباب امراضهِ

***

نعود الآن الى قول المستر هوفر رئيس الولايات المتحدة الاميركية السابق : « اننا لا نستطيع ان نقيس ما عمله العلماء لترقية العمران بكل ارباح البنوك في كل انحاء المعمورة » : نريد ان نوضح ذلك ليرى القرّاء ان دعوتنا الى الثقافة العلمية والبحث العلمي تقوم على ركنين متينين احدهما معنوي وثانيهما مادي وهو الثروة القومية التي يفضي اليها البحث العلمي

بلغت ثروة الولايات المتحدة الاميركية في سنة ١٩٢٧ مبلغاً لم يذكر التاريخ ما يضاهيه في أزهى عصوره واغنى دولهِ . فقد دلت الاحصاءات ان للشعب الاميركي من الديون ما يزيد على كل منتوج العالم من الذهب ثلاثين ضعفاً . وفي بلاده الشاسعة مصادر للثروة لا تقدر قيمتها بمال ولهُ في بنوك التوفير الف وتسعمائة مليون جنيه . وبلغ عدد اصحاب الملايين فيهِ احد عشر الفاً وعدد السيارات التي يملكها اثنان وعشرون مليوناً وعدد التلفونات والآلات اللاسلكية التي يستخدمها في مخاطباتهِ يفوق جميع التلفونات والآلات اللاسلكية في كل انحاء المعمور وسككهُ الحديدية اذا قيست بالاميال تجاوزت ٣٤ في المائة من كل السكك الحديدية الممدودة في انحاءِ الارض.انسياحهم فقط كانوا ينفقون كل سنة مائة وثلاثين مليوناً من الجنيهات . وقد بلغ من تفوقهم الصناعي والزراعي انهم وهم اقل من ربع سكان اوربا انتجوا اكثر من نصف ما انتجهُ سكان الارض كلهم . فاستخرجوا وسبكوا سنة ١٩٢٦ خمسة وخمسين في المائة من كل الحديد المستخرج والمسبوك في المسكونة وصنعوا ٦٦ في المائة من الصلب واستخرجوا ٥١ في المائة من النحاس و ٦٢ في المائة من البترول و ٤٣ في المائة من الفحم الحجري و ٥٢ في المائة من الخشب و ٨٠ في المائة من الكبريت وانتجوا ٥٥ في المائة من القطن . وبلغت قيمة الاموال الموقوفة على ١٧ جامعة من جامعاتهم فقط نحو ٩٠ مليوناً من الجنيهات . واكثر هذه الثروة عائد ولا ريب الى خصب الارض وغناها بالمعادن والبترول والفحم مقومات الصناعة والزراعة وعمادها . لكن خصب الارض وثروتها المطمورة من معادن وفحم وبترول ما كانت لتغني شيئاً لولا ان قام من الاميركيين علماء وباحثين عرفوا كيف يستدرون هذه الثروة ويستغلونها مما جعلهم في مقدمة الشعوب قاطبة ثروة وقوة

ومع ذلك ترى علماء اميركا ورجالها الذين في أيديهم مقاليد امورها دئبين على تشجيع البحث العلمي لانهم عرفوا بثاقب نظرهم ما اثبته التاريخ من ان البحث العلمي يكون مجرداً في بادىء الأمر ثم تطبق نتائجهُ على ما يحتاج اليهِ الناس وما تقتضيهِ شؤون العمران ، فألفوا مجلساً من اكابر القوم لجمع مبلغ كبير من المال يوقف ريعهُ على تشجيع البحث العلمي المجرد من غير تقييد الباحثين بواجبات

التدريس في الجامعات او العمل في المعامل الصناعية الكبيرة . ومن اعضاء هذا المجلس المستر هوفر وزير تجارة اميركا الاسبق ورئيسها السابق . والمستر كارنِي وكيل شركة التلغراف والتلفون الاميركية واليهو روت وشارلس هيوز وزيرا خارجية اميركا سابقاً والمستر ملُن وزير ماليتها السابق والكولونل هوس صديق ولسن المشهور وجون دايفس مرشح الدمقراطيين للرآسة سنة ١٩٢٤ واوِن ينغ زميل الجنرال دوز في مشروع دوز ورئيس الشركة الكهربائية العامة والاستاذ ميكلصن (توفي من نحو سنتين) والاستاذ ملكان والاستاذ برستد والاستاذ افرت هايل وغيرهم من أعلام اميركا من رجال الحكومة ورجال العلم . ان في اجماع هؤلاء على الاشتراك في هذا العمل اكبر دليل على ما للبحث العلمي المجرد من مقام في ترقية العلم وزيادة ثروة الامة

عرفت المانيا هذه الحقيقة منذ اكثر من قرن فهبَّ اولو الامر فيها الى تشجيع البحث العلمي المجرد على اختلاف ضروبهِ في جامعاتها ومعاملها العلمية فنشأ فيها اجيال متعاقبة من العلماء رفعوها في اقل من قرن الى المقام الاول بين أمم الارض ثروة وقوة . ذلك لان العلماءَ النظريين هم بمثابة فرق الكشافة في جيش العمران . فمباحثهم ومكتشفاتهم تجهز المهندسين والكيماويين الصناعيين وغيرهم من العلماءِ العمليين بالمواد التي يبنون عليها وينسجون منها مستنبطاتهم الصناعية المختلفة . ان كثيراً من المشكلات الصناعية لا يمكن حلّها الآن قبل ما يتسع نطاق البحث العلمي فيما يتعلق بها

قيل ان الحاجة أم الاختراع . بل العلم والبحث أم الاختراع وأبوه . وما من ثمن مهما عظم لا تستطيع الامم ان تدفعهُ لاولئك الرجال الممتازين بقوة الابداع والابتكار وكشف المجهول جزاءً لهم على جهدهم وسهرهم . ومع ذلك انهم لا يطلبون ثمناً لانهم يطلبون العلم لذاتهِ ويسعون وراءَ الحقيقة لانها تستهويهم . بيد انهم يطلبون مجالاً للعمل وتحرراً من مطالب المعيشة القاسية للتفرغ للبحث والتوفر على الابتكار . اننا لا نستطيع ان نبتاع بالمال مهما كثر نبوغ نابغة او ابداع مبدع ولكن كم من نابغة ذهب نبوغهُ ضياعاً وكم من مبدع نثر ابداعهُ هباءً لانهُ لم يجد امامهُ ما يتبلغ بهِ او لانهُ اضطرَّ ان ينفق قواه في كسب رزقهِ !

***

كثيراً ما نسيء فهم الفرق بين البحث الصناعي العملي والبحث العلمي المجرد . ان البحث الصناعي بطبيعتهِ يتجه الى حلّ مسألة خاصة تعترض سبيل الصنّاع في عملهم . فاذا توصل الباحث الى حلّ المشكل الذي امامهُ قضى لبانتهُ من البحث وحوّل جهده الى غيرهِ جاعلاً همهُ في كل عملهِ الوصول الى غاية معينة

أما البحث العلمي فغايته توسيع نطاق المعرفة بكشف نواميس الطبيعة والحياة ، وبعض هذه المباحث قد يعود — وكثيراً ما يعود — على الصناعات بفائدة اكبر واعم من المباحث الصناعية

الضيقة النطاق التي يقصد منها حلّ مشكلة خاصة ، فالبحث الصناعي قد يكون وسيلة لاتقان جزء خاص من المحرك الكهربائي او المصباح الكهربائي ولكن البحث العلمي المجرد الذي كشف لنا ناموساً واحداً من نواميس الكهربائية جعل كل المحركات وكل المولدات الكهربائية في حيز الامكان ولولا كشفهُ لما كانت هي على الاطلاق

خذ مثلاً اكتشاف فرادي لاحداث التيار الكهربائي في لفة من السلك حين امرارها في حقل ممغنط . قد يظهر لنا الآن ان تحقيق امر كهذا بسيط لا يؤبهُ لهُ . ولكن ألا يعلم القارىء ان كل الصناعات الكهربائية بنيت على هـذا الاكتشاف البديع ؟ ففي الولايات المتحدة وحدها ستة ملايين من العمال يعملون في الصناعات الكهربائية المختلفة يخلقون من العدم ثروة لهم ولأمتهم، ما كانوا ليخلقوها لولا مباحث فرادي واكتشافه هـذا ؟ من كان يستطيع ان يستنبط مولداً كهربائيًّا او محركاً كهربائيًّا قبل هذا الاكتشاف البديع ؟ قيل ان غلادستون وجَّه الى فرادي يوماً سؤالاً يبدي فيه ريبةً من فائدة المباحث التي كان ينفق وقتهُ وجهده عليها فقال له فرادي «صبراً يا سيدي فقد تجني منه الحكومة اموالاً طائلة» . وقد احصى ما جبتهُ الحكومة الاميركية من الصناعات الكهربائية في بلادها في السنوات الماضية فاذا هو يقدر بمئات الملايين

او خذ التلغراف اللاسلكي مثلاً آخر . ما من مستنبط بالغة ما بلغت فيهِ قوة الابداع والابتكار يستطيع ان يستنبط طريقة لاستخدام الامواج الكهربائية في الاثير لنقل الاشارات والمخاطبات قبل ما يثبت لهُ وجود هذه الامواج التي يريد ان يتخذها مطية لفكره وصوتهِ . وقد كان العالم الطبيعي الانكليزي كلارك مكسول اول من اثبت ذلك وهو مُكِبٌّ على درس طبيعة النور من وجهة رياضية مجردة مع ان وجود هذه الامواج كان يمكن استنتاجهُ من مباحث فرادي الانكليزي وجوزف هنري الاميركي . فجاء هرتز وجرى على القواعد التي وضعها مكسول فأحدث هذه الامواج وارسلها في الفضاء مسافة قصيرة ثم التقطها . فلما تمّ هذا العمل صار التلغراف اللاسلكي في حيز المحتمل وتنبأ بهِ السر وليم كروكس ثم حققهُ لودج على مسافات قصيرة سنة ١٨٩٤ وتلاه ماركوني فأتقنهُ وتوسع في صنعهِ . وكيفما أدرنا الطرف الآن نجد المخاطبات اللاسلكية من تلغرافية وتلفونية وما اليها متغلغلة في العمران أبعد متغلغل

وكثيراً ما تنتفع الصناعة بمكتشفات علمية يمكن تطبيقها تطبيقاً عمليًّا من حيث لا تدري . خذ مثلاً على ذلك ما جناه علم استخراج المعادن وسبكها من اشعة اكس التي وضعت في يد المهندس الصناعي وسيلة دقيقة لامتحان بلورات المعادن المختلفة ومتانتها وبنائها وهذا أمر لا مندوحة عن معرفتهِ الآن في بناء المباني الشاهقة والكباري الطويلة الضخمة وغير ذلك من الابنية المعدنية ليكون المهندسون على ثقة من متانة المواد التي يبنون بها

وما زلنا في مقام ضرب الامثلة فيجب ألاّ نغفل مباحث السر وليم بركن الكيماوي التي صادفت

اساساً لصناعة من اكبر الصناعات الحديثة نريد بها صناعة الاصباغ واستخراجها من قطران الفحم الحجري . فالانيلين مادة مستخرجة من قطران الفحم الحجري وكان هذا يحسب اولاً نفاية لافائدة منها فيطرح جانباً فجاء الكيماويون واكبوا على البحث حتى بنوا على هذه النفاية صناعة الاصباغ الصناعية . ولم تقتصر فائدة مباحثهم على ذلك بل استعملت لصنع المفرقعات ثم استعملت هذه الاصباغ في تلوين الخلايا التي يتناولها العلماء بالبحث المكرسكوبي وقد قيل مؤخراً ان بعضها يصح ان يستعمل دواء ناجعاً في بعض الامراض لانهُ يقتل المكروبات ولا يتلف أنسجة الجسم

وغني عن البيان انمباحث باستور النظرية في الاختمار صارت اساساً لعلم البكتيريا وفن الجراحة ولوسائل العلاج الحديثة في التلقيح والحقن وغيرها وما تمَّ فيها كلها من الغرائب

***

عيّر المستر هوفر قومهُ الاميركيين — وجودهم على المعاهد العلمية اشهر من ان يعرّف — بقوله : ان المبالغ المرصودة لتشجيع البحث العلمي لا تزال يسيرة لا تكفي . فانها لا تبلغ عشر ما ينفقهُ الاميركيون على المعجونات المطرية للجلد والشعر . وقد اثبت الاستاذ ملكان انهُ اذا ازلنا من العمران الحالي احد القوانين الرياضية التي ابتدعها وحققها نيوتن لوجب ان نزيل كل آلة بخارية وكل سيارة وكل محرك ومولد كهربائي بل كل آلة تستعمل لتحويل القوة الى حركة لانها كلها بنيت على هذا القانون الرياضي الشامل . ومع ذلك لما كشف نيوتن قانونه لم يكن قصده استنباط آلة بخارية او سيارة او طيارة ولكن كل هذه المستنبطات بنيت عليهِ فاذا ازلناه تهدم عمراننا كأنهُ بيت من ورق . على ان القيمة العليا ليست لهذا القانون بذاته بل للاسلوب العلمي الذي استخرج القانون بالجري عليهِ وهو الاسلوب الذي جرى عليهِ غليليو ونيوتن وفرنكلن وفرادي ومكسول وباستور وداروِن ومندل وغيرهم وبهِ كشف عن اسرار الطبيعة وغرائبها للناس وأُخضعت قواها لمطالبهم

اثر الاسلوب العلمي

في الحضارة والفكر

لعلّ أعظم خدمة قام بها العلم وأمجد اثر تركهُ في حياة البشر العقلية في القرن الماضي يتلخصان في جملة واحدة هي كشف الاسلوب العلمي . وليس ثمة ظلٌّ من الشك في ان المعنى الخاص بعصرنا والصفة المميزة لحضارتنا عن كل حضارة سبقت ، انما هما كشف الاسلوب العلمي والنتائج التي اسفر عنها تطبيقهُ . وهذا الكشف لم يتمّ عند التحقيق في عهدنا ، بل تمّ من نحو ثلاثة قرون . ولكن آثارهُ المتجمعة لم تبدُ جليةً دانية القطوف الاّ في القرن الماضي وما انقضى من هذا القرن . فما هو الاسلوب العلمي الذي نشير اليهِ ، وما سرّ الطريقة التي جرى عليها غليليو في القرن السابع عشر فافضت الى ما ينعتهُ الفيلسوف هوَيتهد بانهُ اعظم انقلاب حدث في نظر البشر الى الكون والحياة

يقوم هذا الاسلوب على المبدأ التالي : في البحث عن الحقيقة لا تبدأ بمسلّمات او انظمة فلسفية كما فعل فلاسفة الاقدمين على اختلاف مذاهبهم . ثم لا تعتمد الاقوالَ المستنبطة من التأمل في النفس وهي الطريقة التي جرى عليها أئمة الفلسفة المدرسية كتوما الاكويني واتباعهُ . بل اعتمد الاسلوب التجريبي الذي وصفهُ « ويثم » في كتاب جديد لهُ (تاريخ العلم) فقال في وصفهِ : « هو محكمة الحقائق التي لا ترتبط ارتباطاً معيَّناً بفلسفة ما » . قد يستعمل العلم الطبيعي الاستنتاجَ من المسلّمات في مراتبهِ المتوسطة ، وبناء النظريات لا مندوحة عنهُ فيهِ لتعليل الحقائق ، ولكن صفتهُ الاساسية هي التجربة والمرجع الاخير هو المشاهدة . ولا يكثر على جبّارٍ كغليليو اذا قلنا عنهُ انهُ اول من خطا بالعلم في هذا السبيل فمضى العلم في طريقه خلال ثلاثة قرون من البحث المجدي والتطبيق المفيد . فغليليو يصحّ ان يدعى اول المحدثين . إننا نحسّ لدى مطالعة كتاباته باننا في رفقة عقل نفهم طرق تفكيره وندرك ان فيها دلالة الاسلوب العلمي التجريبي الذي هو عماد تفكيرنا الآن

لقد انقضى العهد الذي كان فيهِ رجال التفكير يحسبون امكان حصر المعرفة في نظام محدود من القضايا . واصبحنا لا نستنتج الحقائق استنتاجاً من مسلّمات فلسفية ومدرسية بل نبحث عنها بالمعول والرفش والمتر والمكرسكوب والتلسكوب والسبكترسكوب والانبوب والاغلاء والاحماء والمعادلة الرياضية . وكل حقيقة يكشف عنها بالمشاهدة والتجربة تقبل اذا ثبتت وتقبل كل مقتضياتها بصرف النظر عن رغبة العقل البشري في جعل كل ما في الطبيعة مما يسلّم بهِ العقل

وطرق التوفيق بين الحقائق المنعزلة المنفصلة بعضها عن بعض تتضح رويداً رويداً ، فتأخذ كل دائرة من دوائر المعرفة التي تحيط بكل حقيقة جديدة في الاقتراب من الاخرى وملامستها ثم تندمج فيها فتتألف منها دوائر كبيرة ولكن ادماج هذه الدوائر الكبيرة بعضها في بعض بحيث تتكوّن منها وحدة فلسفية شاملة ، عمل اذا لم يكن مستحيلاً ، فلن يتمّ الاّ في المستقبل البعيد

كانت الفلسفة المدرسية في العصور الوسطى ذهنية واما العلم الحديث فتجريبي . كانت الاولى تسجد للعقل البشري المتحرك في دائرة من قيود التسليم باقوال الائمة . اما الثاني فلا يسلم الا بالحقائق قبلها العقل ام لم يقبلها . وقد قنع غليليو على الضد من جماعة الانسكلوبيذيين الفرنسيين الذين تبعوهُ بان يعترف بجهله لدى محاولة الاجابة عن بعض المسائل الطبيعية العويصة بدلاً من استنتاج الاجوبة عنها من مسلّمات فلسفية سابقة . فقد اعترف انهُ لا يدري شيئاً عن طبيعة القوة Force وسبب الجاذبية واصل الكون . وآثر ان يصرّح بذلك على التطوّح في القول اخفاءً لجهله وتمويهاً على الناس

هذا هو الاسلوب العلمي . فماذا نتج عن تطبيقهِ ؟

النتيجة الاولى ان حضارتنا العلمية المعاصرة ، ترجع اليهِ في كل ما تختلف بهِ عن الحضارات القديمة. ومن اليسير على الباحث ان يرتدّ بتاريخ كل وسيلة من وسائل العمران الحديثة الى المكتشفات العلمية التي اكتشفت بتطبيق طريقة غليليو التجريبية

ولنضرب على ذلك مثلين . مضى على البشر الوف السنين وهم يجرّون العربات او يدفعونها امامهم ولكن لم يكن احدهم يعلم قط العلاقة بين الضغط الذي يبذلهُ والحركة التي تنشأ عنهُ . وهذا ما كشف عنهُ غليليو بدرسه كريات رخامية وهي تتدحرج امامه على سطح منحدر . ولولا المعادلة[1] التي استخرجها للاعراب عن هذه العلاقة لما كان في الامكان صنع آلة تحركها قوة من القوى بخاراً كانت او غازاً او كهربائية . اضف الى ذلك ان نيوتن العظيم استعمل هذه المعادلة نفسها بعد انقضاء ٧٥ سنة على استنباطها في كشف ناموس الجاذبية . وعلى هذا الناموس بنيت كل الميكانيكيات السموية في تعيين مواقع الاجرام والتنبؤ الدقيق بحوادث الفلك مما اقنع الاقوام المتعلقين بأهداب الماضي وفتح عيون البشر على ما في علم الفلك من الامجاد والاسرار

او خذ مثلاً آخر : انقضت عشرات الالوف من السنين ، في عهد الهمجية الطويل وعشرات من القرون في الحضارات القديمة — المصرية والبابلية واليونانية واللاتينية وغيرها — والانسان يدفىء نفسهُ باصطلاء نار الموقد من غير ان يقف هنيهةً ليسأل ما هي « الحرارة » . واذا كان قد سأل نفسه عن ماهية « الحرارة» فانهُ لم يدرك قط كيف يستطيع الشروع في حل مسألة كهذه . وقد كان هذا مستحيلاً عليه لان طبيعة الحرارة لا تفهم الا اذا عرفنا ماهية الطاقة في الحركة الذرية (حركة الذرات او الجواهر الفردة) وحقيقة هذه الطاقة نتجت من الميكانيكات التي ابدعها غليليو ونيوتن

ونحن لا ندري كم من قراء هذه الكلمات يدري ان كلمة « طاقة » بمدلولها العلمي الطبيعي لم تذكر في قاموس انكليزي قبل سنة ١٨٥٠ حتى هلمهلتز العظيم لما كتب سنة ١٨٧٤ احدى رسائله التي اذاعت مبدأ حفظ الطاقة وعدم تلاشيها ، خلط فيها بين معنى القوة force والطاقة energy وهو ما لا نسمح بهِ لصغار طلاب العلم في هذا العصر . وقد ذكرنا هذا لنثبت ان معنى «الطاقة»

(١) $F = ma$ اي القوة تعادل جرم الجسم مضروباً بمعدل تزايد سرعته

العلمي لم يكن قد تميز في اواسط القرن التاسع عشر . لذلك كان من المتعذر ان يبدأ البحث عن علاقة الحرارة بالعمل قبل الكشف عن مبدأ طاقة الحركة (طاقة الجزيئات المتحركة) وهذا المبدأ لم يكشف الا حوالي منتصف القرن الماضي . وهو نشأ كذلك ، بطريق التحليل ، من ميكانيكات غليليو ونيوتن . فهذان العالمان قد وضعا اساس الآلة البخارية الحديثة بمباحثهما النظرية المجردة . والآلة البخارية ولدت آلة الاحتراق الداخلي التي تسيّر السيارات والطيارات وبعض السفن الجديدة . وبالطريقة نفسها افضت مباحث فرنكلن وفولطا وفراداي ومكسول الذين جروا على اسلوب اسلافهم الاعلام وبنوا على نتائجهم ، الى عصر الكهربائية الذي نشأ في عهد السواد الاعظم من القرّاء

وقد طبّق هذا الاسلوب على قشرة الارض وما فيها من المخلّفات من اقدم عصور الحياة ثم قرن بدرس تشريح المقابلة بين الاحياء التي تركت آثارها في صفحات الصخور فثبتت حقائق مذهب النشوء والارتقاء (التطور) التي لا يستطيع احد ان يتجاهلها كائنة عقيدته الفلسفية ما كانت

ومجموع هذه الحقائق التي كُشِفَ عنها بالجري على الاسلوب العلمي في البحث قلبت نظر الانسان الى الكون والحياة وهذا الانقلاب هو المميز الآخر الذي يميز عصرنا عن العصور التي تقدمته . فقد ذكرنا التقدم المادي في وسائل الحضارة الذي نجم عن تطبيق الاسلوب العلمي . ولكن الانقلاب الفلسفي الذي طرأ على حياة الفكر نتيجة لهذا التطبيق ، أبعد اثراً

* * *

لنتوسع في هذا القول قليلاً . ان درسنا للتاريخ يثبت لنا ان الفكر في عصور الحضارة البدائية وبعض العصور المتأخرة كذلك ، كان يحسب الطبيعة متقلبة الميول والاطوار . فالحوادث تحدث لان آله الغاب او آله الجبل او آله النهر او آله البحر يريدها ان تحدث كذلك . وان هذا الاله متصف بكل نقائص الناس فأنت تستطيع ان تداهنهُ وتتملقهُ وتسترضيهُ وتثيرهُ بأفعالك . اما أنّ تجري ارادتهُ طبقاً لنظام له سنن ونواميس تستطيع ان تكشف عنها بالبحث وتفهمها بالدرس والتأمل فظل فكراً لا اثر له في حياة الناس رغم الالماع اليه في اقوال ارسترخس الصامي وأرخميدس السيراقوسي وهبرخس الاسكندري قبل ظهور اسلوب البحث العلمي في القرنين السادس عشر والسابع عشر . فغليليو باستخراجه نواميس القوة والحركة بنى على أنّ الافعال الطبيعية افعال متسقة uniform واستنبط مبادىء هذا الاتساق فتمكن هو وتمكن غيره من العلماء من التنبؤ بوقوع الحوادث الفلكية وبعض الحوادث الارضية تنبؤاً دقيقاً . فلما مضى العلماء قروناً في القيام بهذه التنبؤات على وجه وافٍ دقيق اقتضى نجاحهم احداث تغيير اساسي في طبيعة التفكير البشري ونظر الناس الى الكون

ولما اخذت معارف الانسان تتسع نطاقاً وتبعد غوراً ، اخذ نظره الى «الله» العامل الموحّد في الكون ، يتغير كذلك ، واخذت الايام التي كانت فيها فكرة الله في عقول الناس كفكرة «سانت كلوس» في عقول الاطفال الانكليز والاميركيين تقارب الانصرام . وشرع الناس يتجهون الى تكوين صورة لله اصلح جداً من الصورة السابقة . فصورة الاله المتقلب الاطوار الذي يسترضَى ويداهَن ويستثار قد

انتفت من التفكير الانساني وحلّت محلها صورة آله يحكم بواسطة النواميس الطبيعية . فالكون الذي كان غير جدير بالمعرفة لتقلبه وعدم الاعتماد عليه — في فلسفة افلاطون هذا الكون معدوم الاثر لان الصور في فلسفته هي الحقائق — زال من العقول وحلّ محله كون يعتمد عليه ويستطاع فهمهُ بعض الفهم والسيطرة على بعض قواهُ بعض السيطرة . وخرج الانسان في هذه الصورة الجديدة عن كونه لعبة تتقاذفها ايدي الآلهة المتقلبة الاطوار فاخذ يكتشف نفسهُ ويدرك انهُ عامل فعّال في سير الامور

وسرعان ما اتى على صورة « الله » هذا الانقلاب حتى اخذت افكار الناس فيما يتعلق «بالواجب عليهم » تتغير . ومن هنا نشأ هذا التحوّل الذي نراهُ في « العقيدة الدينية » . فقد كان الناس في العصور البائدة يفرقون تفريقاً مصطنعاً بين الامور الطبيعية والامور التي من وراء الطبيعة . فالحوادث التي كانت تتكرّر تكرراً يمكّن الناس من ملاحظتها وفهمها وادراك عللها كانت تحسب حوادث طبيعية والحوادث التي كانت نادرة الوقوع غير مفهومة العلل حسبت من « وراء الطبيعة » . فلما ثبت مبدأ الاتساق في الطبيعة صارت كلّ حادثة مهما تكن نادرة الوقوع جديرة بالنظر والدرس . قُلْ ان جميع الحوادث طبيعية او قل انها جميعها من وراء الطبيعة ولكن لا تقسمها هذا التقسيم المصطنع ، لأن كثرة مشاهدتنا لحادث او قلة مشاهدتنا لهُ ليس لهما اقلّ ارتباط بكونهِ طبيعيًّا او غير طبيعي . فلا تعجب اذ ترى الاستاذ هوَيتهد يصف هذا الانقلاب بقوله « أنهُ اعظم انقلاب حدث في نظر البشر الى الكون والحياة » . والاسلوب العلمي هو مبعث هذا الانقلاب

ومما لا ريب فيهِ ان الافكار التي نشأ منها الاسلوب العلمي لم تنبعث فجأة في القرن السادس عشر . ولكنها بدأت حينئذٍ ، تؤثر في حياة البشر وتصرّفهم . وقد كان مدى هذا التأثير بعيداً لان من الصفات التي يمتاز بها عصرنا سهولة ذيوع الآراء ونشرها في الناس . ولهذه الآراء تاريخٌ ، يرتدّ الى ما قبل القرن السادس عشر ، لانها نشأت من النهضة المدرسية التي تقدمتها والتي يتلخص فيها روح عصر « الاحياء » الذي تلا القرون الوسطى . فبدافع هذه الروح اخذ سكان الدويلات الايطالية الشمالية في منتصف القرن الرابع عشر الميلادي يحاولون اعادة حرية الفكر الى ازدهارها السابق واحياء آثار الثقافة اليونانية واللاتينية بعد ما قضت عليها العصور المظلمة . ونشطت هذه المحاولات بعد ما افتتح الاتراك مدينة القسطنطينية عنوةً سنة ١٤٥٣ اذ اخذ المعلمون اليونان يهاجرون الى شمال ايطاليا ومعهم تدفقت المخطوطات اليونانية والافكار اليونانية . كذلك تعرّف الغربيون الى ادب اليونان الرائع وفلسفتهم وعلمهم . وعن طريق هذه « النهضة المدرسية » اتصل كوبرنيكس وليوناردو ده فنشي وغليليو بتلاميذ ارخميدس ومعاصريه من العلماء الاسكندريين وخلفائهم . وكذلك نستطيع ان نعود بانبثاق فجر العلم الجديد الى النهضة المدرسية في القرنين الرابع عشر والخامس عشر وعن طريقهما نرتدُّ الى علم اليونان وفلسفتهم . فالطريق طويل وعرٌ ولكن ثمار هذا الاسلوب في القرن الاخير جدير بان ترخص في سبيلها ارواح العلماء والباحثين

العلم والازمة العالمية

هل تقع تبعتها عليه ؟

ان مغامرة الانسانية العجيبة ، التي خاضت غمارها من نحو جيل على الاكثر ، ويكاد ينبلج منها فجر عصر جديد من عصور الحضارة لم تتم، ولم تزدد سرعة وعنفاً الاّ بارتقاء العلم السريع المتواصل

هذه العبارة مقتطفة من مقدمة كتاب للعلاّمة الفرنسي پران « Perrin » ، وبها يعرب العالم الفرنسي الكبير عن اثر العلم المفيد في نشوء الحضارة . وقد ظلّ هذا الاثر الى الآن غير معرَّض للشك ، ولا للطعن عليهِ . ولم ينفرد العلماء في اجلالهم لمقام العلم والمكتشفات العلمية في نشوء الصناعة التي يمتاز بها عصرنا هذا ، بل ان ارتقاء الصناعة ، الناشيء عن المكتشفات العلمية ، كان في نظر المفكرين ، والجمهور كذلك ، مسوّغاً لما تبذلهُ الحكومات والاغنياء من المال في سبيل تشجيع البحث العلمي المجرّد

على ان الازمة الاقتصادية المنيخة بكلكلها على جميع الامم حملت بعض المفكرين على الشك في فائدة هذا الارتقاء الصناعي . فبعض الاصوات التي كانت الى عهد قريب ترتفع منفردة هنا وهناك أصبحت صيحات تحمل في طياتها معاني الانذار . اليست هذه الازمة العالمية ناشئة عن التطرف في الارتقاء الصناعي ؟ وهل ثمة املٌ في الخروج من هذا المأزق ؟

واذا كان اتقان الآلات ، وزيادة استعمالها في الانتاج ، هو سبب هذه الازمة ، كما يقال لم نجد مسوّغاً لحسبان هذه الازمة من الازمات الدورية التي انتابت الاجتماع البشري في الماضي اذ كانت تتعاقب فترات الرخاء والكساد ، تعاقبَ الحوادث الطبيعة . بل يجب ان ندرك ان نمو الصناعة واتقان صنع الآلات من الامور التي لا تقف عند حدّ معين . وعليهِ فالاسباب التي احدثت الازمة العالمية — اذا كان هذا هو سببها — سوف تظلّ فعالة ، بل وسوف يشتدّ اثرها سنةً فأخرى ، فنخرج من ذلك بانّ لا سبيل امامنا الاّ اشتداد الازمة واستفحالها حتى يكشف لها علاج — وهو ما حارت الالباب فيهِ حتى الآن

اذا صحت هذه الآراء التي تبعث على التشاؤم ، فالعلم نفسه وهو مصدر الارتقاء الصناعي يحمل تبعة الازمة ، واذاً فلا بدّ من حصول انقلاب نفسيّ عالميّ من شأنهِ تبديل بعض المبادىء الادبية الراسخة في النفوس ، وحسبان البحث عن الحقيقة العلمية ، والتفتيش عن الحق الذي ما زال يحسب غاية للانسانية النبيلة ، امراً ينطوي على ضرر كبير

والواقع اننا لا نستطيع ان نتجاهل كل البواعث والحوادث السياسية والاقتصادية في محاولتنا تعليل الازمة الحالية وشدة استحكامها من دون ان نهمل او ننكر اثر الاقتصاد في الحوادث السياسية الكبرى ، كالحرب والثورات . يجب ان ندرك ان سير التاريخ ، يثبت لنا ان خطر هذه الحوادث في توجيه الحضارة أقل شأناً من المكتشفات العلمية والصناعية . وهذا لا ينقض ان للحروب والثورات اثراً بادياً في يسر شعب معيّن او عسره في اثناء مدة قصيرة من التاريخ . ولكن هذا الاثر موضعي في الغالب ، ولا يقف حائلاً دون الارتقاء العام في امم الارض باعتبار مجموعها . فرغماً عن الحروب والثورات التي نشبت في القرن التاسع عشر ، في كل انحاء العالم تقريباً ، شهدنا اتساعاً عظيماً في شبكة السكك الحديدية ، وهذا الاتساع التدريجي من اخطر الحوادث التي شهدها القرن التاسع عشر ، وهو اشد خطراً من اي حادث سياسيٍ بمفرده

فاذا نحن حاولنا الكشف عن البواعث الاولية للأزمة العالمية الحاضرة ، بصرف النظر عن البواعث الثانوية ، وصلنا الى فكرة بسيطة ، يدعوها بعضهم « زيادة الانتاج » والبعض الآخر « قلة الاستهلاك » والواقع انهما شيءٌ واحدٌ . وبكلمة اخرى . يتجمع في بعض انحاء العالم، مقادير كبيرة من المواد الصناعية الاولية او المحاصيل الزراعية فتتكدّس لقلة المشترين . ففي بلاد نجد نحاساً وفي اخرى قمحاً ، وفي ثالثةٍ مطّاطاً او سيارات . وهذه الزيادة تجلب في اثرها ازدياد العاطلين في جميع البلدان ، وهؤلاء لا سبيل لهم لابتياع ما يحتاجون اليهِ لضيق ذات يدهم ، فتزداد العقبات التي تحول دون تصريف المنتجات الصناعية والزراعية . وكذلك تولد الازمة أزمةً ، « فكثرة الانتاج» تجلب في اثرها « قلة الاستهلاك »

فاذا بحثنا الآن عن السرّ في « زيادة الانتاج » اتفق المفكرون على انها نتيجة الاتقان في صنع الآلات واستعمالها . ولا يغرب عن الذهن ، انها نتيجة ، كذلك ، للتضخيم النقدي وتوسيع نطاق الاعتمادات المالية التي يراها بعض علماء الاقتصاد النظريين — ولا سيما في الولايات المتحدة الاميركية — من مستلزمات الارتقاء الاقتصادي . فانهم يعتقدون اننا اذا اقنعنا كل عامل ، بأن يبتاع علاوةً على ما تمكنه وسائل دخله ، وان يجري على طريقة التقسيط ، برهن جانب من مرتبه او اجرتهِ ، لتسديد ما عليهِ ، زادت ثروة البلاد باتساع الحركة الاقتصادية الصناعية وعنفها . والحق ان هذا الرأي قد افلس الافلاس كلهُ ، والامل ان يحل محله الرأي الحكيم . وهو ان لا يشتري الانسان الا ما يحتاج اليهِ وما كان في نطاق دخله

ولا نطيل الوقوف بهذه الناحية الاقتصادية والنقدية من نواحي المسألة ، وانما نكتفي بالاشارة اليها كأحد الاسباب التي زادت استحكام الضائقة . ولكن يجب ان نعترف ، انهُ اذا كان لهذا السبب اي اثر في احكام الضائقة ، فزيادة الانتاج الصناعي — الذي مهّد السبيل لهُ — نشأ عن اتقان صنع الآلات واستعمالها

هل يستطاع وضع حد مصطنع للتقدم الصناعي والارتقاء العلمي ؟ فبعض الكتاب في نهاية القرن الماضي، تصوّروا ان الانسانية سوف تملّ الحضارة الميكانيكية ، فتثور على الآلة وقد اصبحت سيدة الانسان ، فتحطم كلّ الآلات في ثورانها العنيف ، رغبة منها في العودة الى حياة اسلافنا البسيطة . ونحن لانعتقد قط ، ان حلماً كهذا ، يمكن ان يتحقق ، وان سكان العالم ، يمكن ان يتفقوا على التخلي عن كل المميزات التي نالوها عن طريق الصناعة والعلم . ان الرغبة في المعرفة ، وفي ابلاغ المعرفة حدود الكمال ، راسخة في الطبيعة البشرية رسوخاً ، فلا يحلمنّ احد بامكان انتزاعها ، او كبتها . ثم اننا لا نرى كيف يمكن لاية امة ، ان تتخلّى عن رغبتها في استعمال كل ما هو كامن في ارضها وطبيعة اهلها، الى اقصى حدود الاستعمال ، لانها اذا اقدمت على ذلك ، وجدت نفسها وقد اصبحت ضعيفة ومستضعفة في الزحام الدولي

واذاً فيجب ان نسلّم بأن التقدم الصناعي حقيقة لا بدّ من عمل حساب لها ، واننا لا نستطيع ان نتجاهلها ولا ان ننكرها . وانما يجب ان نعلم ، هل الشرور التي تسند اليها ، هي شرور لا مندوحة عنها، وهل يستطيع العلم نفسهُ ان يجهزنا بوسائل للخروج من مأزق ، تقع بعض تبعتهِ على الاقل عليهِ ؟

وأول ما نشهده في هذا الصدد ان ارتقاء العلم والصناعة يسفر عنهُ قلة العاملين في الصناعات التي تأخذ بالمبادىء العلمية الجديدة وتستعمل الآلات المستحدثة ، ولكنه في الوقت نفسهِ ، يخلق حاجات انسانية جديدة ، تمهد السبيل الى خلق صناعات جديدة ، فتكون بدورها منفذاً للعمال الذين استغني عنهم او عن بعضهم ، في الصناعات القديمة . ففي بلاد صناعية كالولايات المتحدة الاميركية ، نجد ان جانباً كبيراً من عمالها يشتغلون الآن في صناعات ، لم يكن لها اثر من نحو ثلاثين سنة ، مثل صناعة السيارات وصناعة الادوات اللاسلكية والصناعات السينمية

***

واذا حسبنا حساب الصناعات الكهربائية على اختلافها ، وسكك الحديد التي لم تكن قد نشأت من نحو قرن او كانت في مهدها ، بلغ عدد العمال العاملين في صناعات جديدة في اميركا ، ثلاثة ارباع كل العمال فيها . واذاً فينشأ توازن ، بين عطلة العمال في بعض الصناعات التي يدخلها التقدم العلمي والاتقان الصناعي ، وبين الحاجة الى العمال في صناعات جديدة يخلقها العلم والصناعة . ولكن هذا التوازن لا يكون دقيقاً في كل عصر من العصور ، فيحدث من حين الى آخر ، اذ يختلُّ هذا التوازن ، ازمة ، يقلُّ فيها عدد العاطلين اذ يكثر الطلب عليهم ، او يكثر عدد العاطلين لقلة الطلب

ومن الحقائق التي يجب ان نذكرها ، لانها من الاسباب التي تزيد استحكام الازمة الحالية ، ان الانسان اسرع اكتفاءً بالمنتجات الحديثة (او الكمالية) منهُ بالاشياء التي لا مندوحة له عنها للاحتفاظ بكيانهِ ، كالغذاء واللباس . فاذا حدثت ازمة بدا اثرها حالاً في الصناعات الكمالية ،

وهي التي تخرج للناس ما يسدّ حاجتهم المستحدثة والمصطنعة في غالب الاحيان . ولما كان مقام هذه الصناعات في الولات المتحدة الاميركية ، عالياً ، فالركود الذي اصابها ، كان من البواعث التي جعلت امتداد الازمة واستفحالها في اميركا سريعاً . ولـكن ازاء هذا ، يجب ان نذكر ، ان الانسان يتعوّد سريعاً ، اكفاء حاجاته الجديدة بالوسائل الجديدة . فيصبح يحسبها ضرورية لا غنى له عنها ، فهو يحسب الآن ان لا غنى له عن بعض وسائل اللهو والتسلية والنقل والاضاءة والتخاطب كالسينما وسكك الحديد والسيارات والمصابيح الـكهربائية والتلفونات والتلغرافات ، مع ان هذه الوسائل او معظمها كانت من بضع سنوات كمالات لا يقبل عليها الاّ الاقلون

***

واذا نظرنا الى المسألة هذه النظرة التفاؤلية ، وجب التسليم بأن الازمة الناشئة عن الارتقاء العلمي ، انما هي ازمة خلل في توزيع العمال ، وان هذا الخلل يجب ان لا يكون سريعاً ، حتى لا يحدث انقلاباً في عادات عدد كبير من العمال ولا في اخلاقهم وآدابهم . ومما لا يأتيه الريب انهُ اذا تمكنت الانسانية من ان تجهز العامل براتب ، يكفل لهُ غذاءهُ وسكنهُ ولهوهُ ـ لهُ ولأسرته ـ لقاء عمل اقصر مدى واهون من عمله في العصور السابقة (اي اذا قلت ساعات عمله وأيامهُ ولم يعجز مرتبهُ عن شراء ما يحتاج اليه) فان ساعات فراغه من العمل تمهد لهُ ولاسرته اسباب اللهو والثقافة والرفاهة . وانما يجب الوصول بأسرع ما يمكن الى احكام التوازن ، بين العمال الذين اخرجوا من صناعات قديمة لادخال المستحدثات العلمية والصناعية اليها ، والعمال الذين تحتاج اليهم الصناعات الجديدة التي خلقها التقدم العلمي والصناعي . وهذه مسألة سياسية اجتماعية ، لـكل امة ان تحلّها بالطريقة التي توافقها

ولـكننا لا يمكننا التسليم بهذه النظرة التفاؤلية رغم انطباقها على الحقيقة ، الاّ بشيء من التحفظ . والاعتراض الاول الذي يوجّه اليها ، هو ان الحاجات الجديدة التي يخلقها العلم ، لا تنتشر الاّ انتشاراً بطيئاً ، حتى في البلدان المتمدنة . وأما في البلدان المتأخرة ، فانها لا تنتشر قط . فاننا اذا اخذنا اكتشافاً من اهم الاكتشافات وأقدمها اي المطبعة ، مثلاً على ذلك ، ثبت لنا انهُ لا يزال يوجد حتى الساعة بلدان عدد الاميين فيها اغلبية ساحقة ، وانهُ في بعض البلدان التي يكثر فيها عدد المتعلمين ، يندر من يقرأ فيها اكثر من صحيفته اليومية . فالكتاب ، وما يصحبه من الثقافة لا يزال قليل الانتشار حتى في اعلى البلدان كعباً في الثقافة العامة . وما يقال عن الكتاب يقال عن انتشار الوسائل الحديثة للثقافة الادبية والفنية

واذاً لا مندوحة عن ان يصحب الارتقاء العلميّ والصناعيّ ، ارتفاع مستوى الثقافة في جماهير الامم . وسبب فقد التوازن الذي نشأت عنه الازمة الحالية ، ليس ارتقاء العلم ، وانما هو ان ارتقاء في العلم لم يصحبهُ ارتفاع مستوى الثقافة الانسانية . على ان ارتفاع هذا المستوى واقع في بعض الامم ،

التي نحسبها في مقدمة موكب الحضارة ، ولكن ابناء هذه الامم ، لا يبلغون ثلث سكان العالم ، وأما بين الثلثين الباقيين فالحضارة متأخرة قروناً

ولولا هذا ، لكان تقدم العلم والصناعة ينطوي على خطر عظيم ، اذ تصبح الآلة التي خلقها الانسان سيدة للانسان الذي لا يفهمها . ولا ريب في ان نطاق الارتقاء الآلي الناشيء عن تقدم العلم اسرع اتساعاً من انتشار العلم نفسه ، وهذه الآلات المستحدثة يستعملها في الغالب رجال لا يفهمون اصولها العلمية ومبادئها الميكانيكية

بل يساورنا الخوف ، من ان يصبح جمهور الناس الذي لم ينل نصيباً وافياً من العلم ، مكتفياً بما تعلمهُ في عمله اليومي من تسيير الآلات ، يعتقد ان لا حكمة لوجود الخاصة التي ابدعت هذه الآلات واتقنتها . وعلى ذلك فقد لا تنقضي قرون كثيرة حتى يزول الذين يفهمون الآلات من ناحيتها العلمية الفنية ولا يبقى الا العامة التي تسيرها ، وتصنع الآلات جرياً على الاساليب التي ابدعت قبلاً جرياً تقليدياً لا ابداع فيه ، ولا ادراك لكنهها . وقد يشبهُ هذا التطوُّر ما اصاب الحشرات في العصور السابقة ، فانها في بدء تطورها ، ابدعت معظم ما تمتاز بهِ من قوة وذكاءٍ ، للتغلب على ما يعترضها في بيئتها ، فجاءَ خلفها يعمل ما تعمل من دون ابداع فظلت حيث هي في سلم الارتقاء

واذاً نخرج من هذا البحث بأنهُ لا يحق لنا ان نلقي تبعة الازمة الحالية على العلم ، او على الاقل ، ان تبعتهُ غير مباشرة ، ولا ريب ، في انهُ لولا التقدم العلمي الذي تم في القرن الماضي ، لاختلفت الانسانية عما هي عليه الآن ، وانهُ لو وجدت ازمة ، لاختلفت عن الازمة الحالية . ولكننا نعلم شيئاً عن شدة الازمات التي كانت تصيب العالم ، وفتك المجاعات ، لما كانت وسائل المواصلات الحديثة لا تزال سرًّا من اسرار الغيب . بل ان العلم ، يستطيع ان يأتي بالعلاج الناجع ، او على الاقل بالعلاج السريع ، لمعالجة الازمة الاقتصادية ، وذلك من طريقين اولاً : بابداع وسائل صناعية جديدة ، لسد الحاجات الانسانية الجديدة . وثانياً : بزيادة ساعات فراغ الجمهور فتمهد له سبيل التثقف ، فيصبح من هذه الناحية اوعب فهماً وحكمةً في استعمال المستحدثات الجديدة التي ابدعتها العبقرية العلمية والصناعية

والمهم في كل ذلك الاحتفاظ بمقام الروح فوق مقام المادة . فاذا سمحنا للمادة ان تسيطر على الروح ، كان ذلك ضربة قاضية على حضارتنا وعلى كل حضارة مقبلة . فالمباحث النظرية العلمية ، تمكن الروح الانسانية من الاحتفاظ بسيطرتها على التقدم الآلي المادي

لقد علمتنا خبرة الاجيال الماضية ، ان تقدم العلم يبعث في النفس تلك النشوة العقلية الناشئة عن المعرفة والفهم ، ثم يتبع هذه النشوة مكتشفات صناعية ومخترعات فنية ، يجني ثمارها بنو الانسان على السواء . وما صحَّ في العصور الماضية يصح في القرن العشرين

مسائل العلم الحديث

ليس ثمة ناحيةٌ من نواحي الكون والحياة ، لا تجدُ فيها أثراً للعلماء او للبحث العلمي . فعلماء الفلك والطبيعة يرودون رحاب الفضاء ويقيسون سرعة العوالم الجزرية التي تبعد عنا عشرات الالوف من سني الضوء وتبتعد عنا بسرعة تفوق تصوّر البشر — نحو ١٢٠٠٠ ميل في الثانية — وينفذون من ناحية اخرى الى قلب الذرّة فيعدّون الآلات الكهربائية الضخمة لتحطيم النواة ومعرفة اسرارها . وعلماء الاحياء يستطلعون سر الحياة في بناء البروتوبلاسمة وخفايا التطور والنشوء واثر مفرزات الغدد الصُمّ في افعال الجسم الحيوية . وعلماء الكيمياء يرودون الشقة الكائنة بين الكيمياء العضوية والبيولوجيا فيرون في المواد الغروية صلة ، تستحق البحث ، بين الحيّ وغير الحيّ . والمشتغلون بالعلوم الارضية همُّهم فهم تاريخ الارض الجيولوجي على وجههِ الصحيح ومعرفة اسرار الزلازل وخفايا التقلب الجوّي . وعلماء السيكولوجيا يحاولون النفوذ الى دخائل العقل والنفس والغريزة والسلوك لاقامتها على اساس متسق معقول . بل ان العلماء لم يكتفوا بذلك فتعدوا حدودهم الى ميدان الفلسفة فأدنغتن وجينز وهويتهد وأينشتين يجمعون في اشخاصهم بين العلم والفلسفة . فما هي اعظم المسائل التي يعنى العلماء بحلوها الآن في مختلف هذه النواحي ؟ ان الاجابة عن هذا السؤال تصحُّ ان تكون كتاباً في «اغراض العلم الحديث ووسائله» ، وتقتضي زيارة طائفة كبيرة من العلماء في معاملهم لاستطلاع آرائهم والاطلاع على مباحثهم

يرى الدكتور هوِتني المدير السابق لمعامل البحث في الشركة الكهربائية العامة : (ان الباحثين — او جمهور الناس — قلما يدركون قيمة مسألة علمية تحت البحث . فمباحث فاراداي في الكهربائية المغنطيسية كانت اعظم المباحث العلمية في عصره ومن اعظمها في كل العصور . ولكنها لم تسترع العناية ، ولا فاراداي نفسهُ ادرك قيمة بحثهِ . فالعناية كانت حينئذٍ متجهة الى المواصلات المائية وشعار العصر كان استنباط الوسائل لاستعمال اشرعة اكبر وأقوى مما كان مستعملاً حينئذٍ ، وشق الترع لوصل المدن التي في داخلية البلدان بالبحر . فالمشكلات التي كانت تشغلهم هي مشكلات المواصلات المائية — وهذا صرف اذهانهم عن فاراداي ومباحثهِ الخطيرة . وعلى مثال ذلك قد نقول اليوم ان مسائل « النسبية » و « الكونتم » و « الميكانيكيات الموجية » هي اخطر المشكلات التي يعنى بها علم الطبيعة . ولكن قد يثبت في المستقبل ان خطرها « نسبيٌّ » فقط ، وان ثمة مسائل لا نلتفت اليها تفوقها شأناً . و « من ثمارهم تعرفونهم »)

على انهُ لا بدَّ لنا من الاعتماد على حكم العلماء المعاصرين في معرفة قيمة المباحث العلمية الجارية الآن ، راجين أن يكون اتساع خبرتهم ، وطول عهد الناس بقيمة المباحث العلمية ، وكثرة الحقائق المقابلة مما يمهد لهم سبيل الوصول الى حكم صائب

﴿ علوم الاحياء ﴾ — اخفى اسرار العلوم من الوجهة الانسانية ، سرُّ اصل الحياة وطبيعتها . هل البروتوبلازمة (المادة الحية) ترتيب خاص من الكهارب والبروتونات ، والذرات والدقائق ؟ او هل تجد فيهِ ، شعلةً لا ارتباط بينها وبين الالكترونات ، مستقلة عن حركتها ، قائمة من وراء مقاييس الكيمياء والطبيعة شعلةً سمها مبدأ الحياة او قوة الحياة ؟

ان هذه المسألة من صميم المشكلات التي تعالجها علوم الاحياء . فاذا عرفنا كيف تنشأ الخلايا وكيف تحيا ، فقد نتمكن من السيطرة على الخلايا الناشزة التي تحدث السرطان . واذا نفذنا الى سرّ النمو الخلويّ فقد نكشف عن خفايا اعادة الشباب ، وتأخير الشيخوخة والتحكم بالوفاة . واذا عرفنا كيف تتوارث الخلايا الصفات المتباينة فقد نتمكن من استنباط الوسائل لرفع مستوى المواليد صحة وعقلاً ، ووضع اساس لتحسين النوّع البشري . وبعض الباحثين مكبّون على جلو ما يتعلق بالمادة الجامدة ومجاراة تصرفها لتصرف المادة الحية وقد اسفرت هذه المباحث عن حقائق تبعث على الدهشة. فقد صنعت « خلايا صناعية » في بعض معامل البحث ، لها بعض صفات الخلايا الحية . فهي تتناسل انشطاراً وتتغذى امتصاصاً وتتصرف اذا سُمّت او اثيرت بمثيرٍ ما، تصرّف الخلايا الحية والحيوانات الدنيا (البروتوزوى) ولكن لم يدّعِ احدٌ من هؤلاء الباحثين انهُ خلق الحياة في المعمل ، وجلّ ما يدعونهُ انهم تبينوا الطريق الذي يجب ان يسلكهُ العلماء لفهم طبيعة المادة الحية فهماً أوفى

اما المذاهب العلمية لتعليل الحياة تعليلاً طبيعيًّا فأهمها مذهبان . الاول يرى الحياة ظاهرة كهربائية او ظاهرة تصحبها افعال كهربائية . فبعض اصحاب هذا المذهب تتبعوا الجسم بمقاييسهم يقيسون قوتهُ الكهربائية ومقاومتهُ للتيار الكهربائي . وغيرهم عني بالخلية الحية فقاس قوتها الكهربائية وخرج من بحثهِ بأن كل خلية انما هي بطرية كهربائية صغيرة . وغيرهم وجد ارتباطاً بين الكهربائية والنمو فالخلية تنمو عادة في جهة التيار الكهربائي الموجب الذي تولدهُ هي ، فلما صوّب اليها الباحث تياراً كهربائيًّا قويًّا متجهاً في جهة مقابلة لجهة التيار الذاتي اتجهُ نموُّ الخلية اليها. وما زالت هذه المباحث في كهربائية الخلية موصولة الحلقات

اما المذهب الآخر فيرى اصحابهُ ان التوازن الحيوي الكيماوي في الجسم لا يحفظ الاَّ بواسطة تلك السوائل الخفية التي تفرزها الغدد الصُمّ وتعرف بالهرمونات (المفرزات الداخلية). فالمظنون انها الوسائل المستعملة لتمكين الاعضاء في الجسم الواحد من المشاركة والاتساق وانها تسيطر على حالات النمو الشاذة كالضخامة والقزامة والسمنة والغواتر . ثم يقال ان لها اثراً في بعض الصفات العقلية ، فالبلادة أثر من آثارها وشدة الاحساس وتوتر الاعصاب اثر آخر . وقد صرّح احد العلماءِ مؤخراً

امام اكادمية العلوم الاميركية بما يؤيد هذا القول الاخير ، فذكر انهُ وجد ان فقد عنصر المنغنيس من طعام الجرذان يتبعهُ تحوّل في تصرّف الوالدات منها . فانها لا تبني اوجاراً ولا تعنى بصغارها ، وتنصرف عن ارضاعها . فتموت الصغار اما من هذا الاهمال او من فقد المنغنيس في جسم الام . ثم ثبت ان الهرمونات التي تفرزها الغدة النخمية لها أثر في الافعال العقلية ، وانهُ لا مندوحة عن المنغنيس في هذه الغدة لكي تفرز هرموناتها — أفلا يمكن ان يؤخذ هذا على انهُ اساس او تعليل كيمأي للخلق الانساني !

وازاء هذين المذهبين اللذين يحاول اصحابهما تعليل الحياة تعليلاً ميكانيكيًّا نرى مدرسة « حيوية » Vitalist من زعمائها الجنرال سمطس رئيس مجمع تقدم العلوم البريطاني في سنة ١٩٣١ فانهُ في خطبة الرآسة التي خطبها حينئذٍ وصف هذا المذهب الكلّي Holism بقولهِ « ليست الحياة وحدة ، مادية او غير مادية ، بل هي نوع من الانتظام . فاذا اختلّ هذا الانتظام في كائن ما لم يبقَ لدينا قطع حية بل كائن ميت » . وشبه ذلك بالكونتم وهو وحدة الطاقة التي قال بها العلامة پلانك الالماني . فانهُ يتعذر عليك ان تجد نصف كونتم او ثلث كونتم. ثم ان دقيقة الماء مثال بسيط على هذا الانتظام . فانك اذا حللت جُزَيءَ الماء الى مقوّماتهِ لم تحصل على دقيقتين من الماء كل منها نصف جزيء وانما تحصل على غازين هما الاكسجين والايدروجين

ولما سئل الدكتور فرانك للي (Lillie) مدير المعمل البيولوجي البحري وعميد قسم علوم الاحياء بجامعة شيكاغو عن رأيهِ في مشكلات هذه العلوم أبان ان هذه العلوم متجهة الآن اتجاهين رئيسيين . فثمة اولاً بيولوجيا الفرد وتشتمل على علم الاجنة ، وعلم وظائف الاعضاء ، وغيرها من المباحث التي ترتبط بالفرد وحاله كالعلوم التي يقوم عليها الطب والعلوم التي تستند اليها الزراعة . وثمة ثانياً بيولوجيا السلالة البشرية وهي تنصرف الى الشعوب والسيطرة على الاتجاهات التاريخية ، مثل الوراثة والتناسل من الوجهة العامة . فالمسألة التي لها المقام الاول عند طائفة كبيرة من علماء الحياة هي التوفيق بين الاتجاهين . فالبيولوجيا الفردية الآن لها المقام الاول في المعاهد ومعظم ما ينفق من الاموال لتوسيع نطاق البيولوجيا انما ينفق في هذه الناحية الخاصة لان من ثمارها تقدم الطب وارتقاء الزراعة . ولكن اذا نظرنا الى المسألة من ناحيتها القومية والدولية ، وجدنا ان بيولوجيا السلالة ، لا تقل مقاماً عنها ويجب ان يوقف عليها من الاموال ما ينفق ومكانتها

﴿ العلوم الارضية ﴾ — ان بناء الارض وحركتها موضوع العلوم الارضية . فاذا عرفنا ممَّ بنيت الارض في داخلها وخارجها ومتى تكونت سهل علينا حل كثير من غوامض الجغرافيا والجيولوجيا والظواهر الجوية والاوقيانوغرافيا والمساحة الجيولوجية واستنباط المعادن بالطرق الجيوفيزيكية وغيرها من المسائل العلمية المجردة والاقتصادية الخطيرة. وهذه المسائل لا تحصى . ما الاصل في منخفضات سطح الارض ومرتفعاتهِ ، وما سبب تجعّد سلاسل الجبال ؟ هل القارات طافية سابحة ـ كركام الجليد

في البحار القطبية — على سطح محيط من الصخور الثقيلة المائعة تحت القشرة الارضية ؟ هل كانت قارة اميركا الشمالية والجنوبية متصلتين بقارتي اوربا وافريقيا ؟ وكيف نشأ المحيط الاطلنطي ؟ هل احوال الجو ظواهر ارضية بحتة او هي تتأثر بتقلب الافعال الكونية ؟ ما مصدر المغناطيسية الارضية، ولماذا تختلف اختلافاً لاضابط له؟ وما هو الشفق القطبي والضوء البرجي؟ وما اسباب البراكين والزلازل؟

اذا استطعنا ان نعرف اسباب الزلازل الحقيقية قال الدكتور وليم بوي Bowie — وهو الجيودسي[1] الاول في مصلحة المساحة الساحلية والجيودسية بالولايات المتحدة — هانت علينا اكثر المسائل الجيولوجية الاخرى . فعلاوة على الارصاد التي تدونها المحطات السزمية[2] نجد العلماء مكبين على البحث في انتقال الاهتزازات الارضية في الصخور باحداث اهتزازات مصطنعة بتفجير الديناميت في مكان عرف بناؤه الجيولوجي ثم درس انتقال الاهتزازات في الجهات المختلفة وغيرهم منصرف الى البحث في كتل الصخور النارية — التي من اصل لابي — المدفونة في الاعماق . وكانت المباحث السابقة فيها قد انحصرت في ما وجد منها عند سطح الارض . ويأمل علماء الجيولوجيا ان تسفر هذه المباحث عن توسيع نطاق معرفتهم ببناء قشرة الارض وما ينتابها من الحركات

وفي فبراير ١٩٣٢ قامت البعثة الجيولوجية الدولية الى جزائر الهند الغربية — وهي بعثة أعدتها جامعة برنستن الاميركية وأيدتها وزارة البحرية الاميركية ومصلحة المساحة الجيولوجية الاميركية والجمعية الملكية بلندن . ومن معدات هذه البعثة غواصة جهزت تجهيزاً خاصاً لمسح بقعة من قعر البحر حول تلك الجزائر مساحتها ٥٠٠٠ ميل مربع واعداد خريطة لها . ثم فيها آلات خاصة كالتي تستعمل في تقدير وزن الارض بتقدير وزن الجزائر المختلفة . ومما سوف تعنى به هذه البعثة حفر آبار عميقة في احدى جزائر بهاما لمعرفة بنائها الجيولوجي

وفي سنة ١٩٣٣ احتفل « بالسنة القطبية الدولية » فأنشئت ٤٣ محطة في المنطقة القطبية الشمالية وخمس محطات في المنطقة القطبية الجنوبية عدا محطة دائمة في جزائر اوركني الجنوبية . ثم هنالك ٢٦ محطة اخرى يشترك مديروها والمشتغلون فيها برصد تقلب الرياح واختلاف درجات الحرارة، والمغنطيسية الارضية، والشفق القطبي، وارتفاع طبقة هيفيسيدكنلي[3]، وتكوّن الجليد والصقيع وغيرها من مقوّمات الجو الارضي

﴿ الكيمياء ﴾ — لست تجد اليوم حدًّا فاصلاً بين الكيمياء والطبيعة . واذا كان الحد الفاصل بين الرياضة والطبيعة قد اصبح غامضاً، فالحد الفاصل بين الطبيعة والكيمياء قد زال . وكلا العلمين يُعنى الآن بدرس مسائل واحدة، ولكي ندلّ على نوع هذه المسائل التي تعنى الكيمياء بدرسها

(١) Geodesy علم يتناول شكل سطح الارض ومساحة بعض بقاعه (٢) السزمية Seismological اي الخاصة بالزلازل والهزات الارضية (٣) طبقة هيفيسيدكنلي هي طبقة فوق سطح الارض من الهواء المكهرب تفعل كما كس للامواج اللاسلكية فتمنع معظمها عن الانطلاق في رحاب الفضاء

اسوة بعلم الطبيعة نذكر الموضوعات الكيمائية التي هي رهن البحث الآن في معمل من أشهر معامل البحث الحديث: — الغرويات ، الكيمياء الكهربائية ، فعل الضوء الكيمائي ، امتصاص الضوء — الاشعة التي ترى منهُ والاشعة التي فوق البنفسجي وهي لا ترى — واستعمال اشعة اكس في معرفة بناء البلورات . المواد التي تسرع الاستعمال الكيمائية من دون ان تنفد فيها[1] والاثر الكيمائي، الانبعاثات الكهربائية في الغازات وامتصاص الاشعة التي تحت الاحمر وعلاقته ببناء الجزيئات وتشتت الضوء في السوائل وغيرها . ويندر ان تجد مبحثاً من هذه المباحث الكيمائية مهملاً عند العلماء الذين يبحثون في معامل البحث الطبيعي .

ثم ان الفاصل بين الكيمياء العضوية وعلوم الاحياء اصبح رقيقاً ولكنهُ يزول في الكيمياء الحيوية Biochemistry ففي معامل البحث التابعة للشركة الكهربائية العامة حيث يشترك علماء الطبيعة وعلماء الكيمياء في استكشاف مجاهل الكهربائية ، نجد عالماً يجرب تجاربهُ باطلاق الاشعة اللاسلكية القصيرة على ذباب الفاكهة والصراصير لمعرفة اثر هذه الامواج في الاحياء . وفي معمل البحث البيولوجي بجامعة تكساس يقيم الدكتور مُلَر الذي اثبت ان اشعة اكس تحدث تحولاً فجائيًّا mutation في ذباب الفاكهة وقد اعدّوا لذلك مصباحاً قويًّا لتوليد اشعة اكس واستعمالها في سبيل هذا البحث . ومع ما نشهدهُ من الاشتراك بين علماء الطبيعة وعلماء الكيمياء في معالجة موضوعات واحدة نستطيع ان نتبين ثلاث مباحث رئيسية يغلب فيها الاتجاه الكيمائيّ البحث على الاتجاه الطبيعي البحث وهي فيما يلي :

١ — المادة في الحالة الغروية . حوالي عام ١٨٦٠ جرّب جراهم الانكليزي تجارب كثيرة الغرض منها درس انتشار المواد المذابة فثبت له ان دقائق الاملاح والمركبات المذابة تنتشر في السائل اي تنتقل من مكان الى آخر بسرعات متفاوتة . ثم ان بعض هذه المواد في استطاعتها ان تنفذ من خلال مسام الرق والاغشية الحيوانية ، وبعضها لا يستطيع ذلك رغم كونهِ مذاباً في محلول رائق شفاف . فأطلق على الاولى اسم بلوريات Cryatslloids لانهُ وجد معظمها من المواد القابلة للتبلور مثل السكر والملح واطلق على الثانية اسم غرويات Colloids وهي مشتقة من الكلمة اليونانية Kolla ومعناها غراء لانهُ وجد اغلبها من المواد الغروية كالغراء والنشاء والجلاتين وجلّها ينتفخ اذا بُلّ بالماء ولا تظهر عليهِ علامة من علامات التبلور . فهذا الفرع من الكيمياء اصبح ذا شأن عظيم في الصناعة التركيبية . ثم ان له شأناً خطيراً جدًّا في معرفة طبيعة المادة الحية اذ وُجد ان المادة الحية مركبة من مواد غروية ومستحلبات . فالاحياء من الاميبا الى الانسان لا تخرج عن كونها مجموعة من المواد الغروية وخاضعة للكيمياء الغروية

٢ — الوسيط الكيمائي Catalyst لبعض المواد اثر في الافعال الكيمائية كأثر الوسيط بين

(١) تعرف هذه المواد بالانكليزية باسم Catalyst

متخاصمين . فهي تمهد السبيل لاتحاد عنصر بآخر او مادة بأخرى او هي تسرع هذا الفعل ولكنها مع ذلك لاتدخل في الفعل ذاته ، اي لا تتحد بالمواد المشتركة فيه . وتراها بعد تمام الفعل الكيمائي هي هي لم يصبها تغير قط . ولا تزال طبيعة هذه المواد الكيمائية الغريبة غامضة . ولما كان علماء الاحياء والكيمياء الحيوية قد اخذوا يظنون ان الهرمونات والفيتامينات هي في افعال الجسم الحيوية «كالكاتالِسْت» في الافعال الكيمائية ، فالنفوذ الى سرّ هذه المواد اصبح ذا شأن كبير الخطر

٣ — فهم التفاعل الكيمائي من وجهته الميكانيكية . كيف تتوازن السوائل ، وما يحدث للجزيئات في التغيرات الكيمائية ، وما حقيقة الالفة الكيمائية ، وكيف تفعل فعلها — ان هذه المسائل القديمة التي لم تفهم على حقيقتها بعد ، تنتظر من يطبق نظرية «الكونتم» و«الميكانيكيات الموجية» على جزيئات المادة لعلّهُ يمكننا من فهم ما خفي من امرها

﴿ الطبيعة ﴾ — بين المسائل التي تشغل اذهان علماء الطبيعة ترى في المقام الاول إستنباط وسائل لتوليد قوى كهربائيــة كبيرة (اي ذات ضغط عال جدًّا يسمو الى نحو ١٠٠ مليون ڤولط واعظم ما ولد حتى الآن مليونا ڤولط) واستعمالها . ثم تحديد طبيعة القوى التي تربط بين الذرات في الجزيئات والبلورات . ويرى الدكتور كارل كمطن رئيس معهد مستشوستس الهندسي الصناعي ان اعظم المشروعات العلمية التي اعدّها علماء الطبيعة للبحث في خلال هذه السنوات هي : توليد القوة الكهربائية ذات الضغط العالي لانها تجهزنا بوسيلة تمكننا من معالجة مسألتين من اعوص مسائل الطبيعة الحديثة وهما — ما هي الاشعة الكونية ؟ وكيف نستطيع اطلاق طاقة الذرّة ؟

فقد اقترحت آراء مختلفة لتفسير سرّ الاشعة الكونية ولكن الحقائق اللازمة لبناء الآراء الصحيحة قليلة . ثم ان بين الاشعة الكونية التي تأتينا من رحاب الفضاء والاشعة التي نستطيع توليدها في المعمل الطبيعي (كاشعة غمّا) هوّة بعيدة . فالاشعة الكونية اقصر امواجاً واشد نفوذاً من اشعة غمّا . واذاً فلا يمكن تكوين رأي قريب من الصواب عن الاشعة الكونية من مقابلتها بأشعة غمّا . واذا بني أنبوب من انابيب اشعة اكس ، يولد كهربائية ضغطها يتراوح بين ٥٠ مليون ڤولط و ١٠٠ مليون ڤولط استطعنا ان نولد أشعة تقرب في قصر امواجها من قصر امواج الاشعة الكونية . كذلك نتمكن من درس كلّ الاشعة — من الاشعة اللاسلكية الى الاشعة التي تحت الاحمر الى الاشعة المرئية الى الاشعة التي فوق البنفسجي الى اشعة اكس واشعة غمّا والاشعة التي تتوسط بينها وبين الاشعة الكونية . واذا عرفنا طول الموجة تمكنا بتطبيق معادلة اينشتين ان نحسب طاقة الموجة . هذه المعارف تمكننا من الاختيار بين قول جينز بان الكون سائر الى النفاد والموت وقول مليكن بان الكون في سبيل التكوّن بتولّد العناصر فيه وان الاشعة الكونية رسل حاملة لنا هذا النبأ

وقد اثبت السر ارنست رذرفورد امكان تحويل العناصر باطلاق دقائق الفا على ذرات النتروجين

نحوّلهُ ايدروجيناً ، مع ان المقادير ضئيلة جدًّا ولا يمكن الآن استعمال طريقتهِ لاخراج قدر كافٍ للتحليل الكيماني . فاذا تمكنا من بناءِ آلات مولدة لكهربائية عالية الضغط — كما تقدم — استطعنا ان نطلق بعض الايونات بسرعة تتباين من ٥٠ الى ٦٠ الف ميل في الثانية ، واطلاقها بهذه السرعة يوسع نطاق معرفتنا بتحويل المادة واطلاق القوة المدخرة في الذرّة

اما المسألة الثانية فهي استكشاف داخل الذرّة والبلورة ، وذلك يمكننا من توسيع نطاق معرفتنا ببناءِ الجوامد — وهو ضيق جدًّا اذا قيس بنطاق معرفتنا ببناء السوائل والغازات

فالبحث في الجوامد يقوم الآن بتعريض المواد التي قيد البحث لدرجة حرارة واطئة — نحو ٣٠٠ تحت الصفر بميزان سنتغراد — وحركة الجزيئات عند هذه الدرجة من البرد تبطئ كثيراً . فالذرتان اللتان يتكوَّن منهما جزيء الايدروجين تهتزان وتدوران اذا كان الجزيء على درجة من الحرارة العادية . فاذا هبطت حرارتهُ الى درجة الهواء السائل وقفت الذرتان عن الدوران فالاهتزاز ، ولكن اهتزاز الالكترونات داخل الذرتين يستمرُّ . فاذا « تجمد » الجزيء كذلك اطلق عليهِ الباحث الكترونات فيحدث اشعاع يحَلَّلُ بالسبكترسكوب ويستخرج منهُ كيفية بناءِ الجزيء . وهذه الطرق نفسها التي اسفر تطبيقها عن نتائج خطيرة في بناءِ الذرات تطبق الآن لمحاولة معرفة بناءِ الجزيئات والبلورات في الجوامد

﴿ الفلك وبناء الكون ﴾ — المسألة الجامعة لعناية الفلكيين هي الوصول الى معرفة حاسمة فيما يتعلق بحجم الكون وبنائهِ والعناصر التي يتألف منها . وهذه المسألة العظيمة ككل المسائل العلمية الكبيرة تتشعب الى مسائل اخرى لا تحصى

واحدث هذه الفروع واقواها أثراً في اتجاه علم الفلك الحديث هو البحث في ابتعاد السدم اللولبية عنا بسرعات عظيمة تبلغ نحو ١٢ الف ميل في الثانية . ونتائج هذا البحث حملت اينشتين نفسهُ على ان يغير رأيهُ من بضع سنوات في نظرتهِ الى بناءِ الكون فهو يسلّم الآن بالرأي الذي اقترحهُ فريدمن اولاً سنة ١٩٢٢ ثم ذكرهُ الاب ليمتر على حدة سنة ١٩٢٧ وهو ان الكون آخذ في التمدُّد كفقاعة صابون تنفخ فيها

وقد صرّح هارلو شابلي مدير مرصد جامعة هارفرد واحد اعلام الفلكيين المعاصرين ان اعظم مشكلة يواجهها الانسان في هذه الناحية هي استنباط وسيلة جديدة لحل هذا اللغز الكوني . فهذه المجموعة الغروية الغريبة التي ندعوها الانسان يجب ان تخلق ادوات رياضية جديدة ونظاماً جديداً من الميكانيكا لفهم هذه المفارقة الغريبة والتوفيق بين طرفيها وهما كون نهائي ولكنهُ مع ذلك آخذ في الاتساع !

غرائب الأفلاك

الفلكي وأدواته

ريادة الفضاء : اتساع الآفاق الكونية

النظام الشمسي : اصله ونشؤه

بلوطو : السيار التاسع

سر حرارة الكواكب : قصة رفيق الشعرى

ما وراء المجرة

الفضاء بين النجوم

علم التنجيم الجديد

مقام الانسان في الكون

ايام الخليقة

نهاية الكون

السماوات تحدِّث بمجد الله والفلك يخبر بعمل يديهِ
[مزامير داود]

ان في خلق السموات والارض واختلاف الليل والنهار والفلك التي تجري في البحر بما ينفع الناس وما أنزل الله من السماء من ماءٍ فأحيا بهِ الارض بعد موتها وبثَّ فيها من كل دابة وتصريف الرياح والسحاب المسخَّر بين السماء والارض لآياتٍ لقوم يعقلون.
[قرآن كريم]



معمل الفلكي وأدواته

اذا ذكرت مراصد الافلاك تبادر الى الذهن التلسكوب (النظّارة المقربة) ، فهو في نظر الجمهور أهم الادوات التي يستعملها الفلكي في بحثه بل هو في نظر العامة الاداة الفلكية الفردة

لا ريب في ان التلسكوب كان كبير الاثر في الكشف عن حقائق الافلاك ولكن جانباً لا بأس به من اصول علم الهيئة كان قد كشف قبل استنباطه . والمرجح ان الراصد الأول كان الانسان الاول وان اصول علم الهيئة وضعت قبل عهد التاريخ المدوّن . فطائفة كبيرة من النجوم والصور النجمية الظاهرة كانت قد ميّزت ووصفت ومنحت اسماءً تعرف بها في عصور التاريخ الاولى

ومع ان اكثر الاسماء التي في علم الفلك الحديث مستمدة من اساطير اليونان القديمة فالتاريخ قد أثبت لنا ان شعوباً اخرى غير اليونان والعرب عنوا بمسائل الفلك كالهنود الاميركيين وسكان لبلاندا (اقصى شمال روسيا) الاصليين . كذلك عرفت الشعوب القديمة كل السيارات الا اورانوس ونبتون — وبلوطو وهو السيار الجديد الذي وراء نبتون طبعاً — وحركاتها بين النجوم. وقد تمكن هبّارخوس — ابو علم الهيئة — ان يقيس طول السنة قياساً لا يخطئ فيه الا اربع دقائق . وذلك من نحو الفي سنة . وبعد هبّارخوس جاء بطلميوس أشهر علماء الهيئة القدماء الذي ظلّ نظامهُ الفلكي متبعاً مدى الف واربعمائة سنة. اما النظام الكوبرنيقي الذي حلّ محل النظام البطلميوسي فوضعت اصولهُ قبلما صنع غاليليو اول تلسكوب بنحو ثلاثة ارباع القرن

وقد كشف غاليليو بتلسكوبه طائفة من المكتشفات الجليلة . فقد كان اول انسان تمكن من رؤية الجبال على سطح القمر . ومن مشاهدة أقمار المشتري الاربعة ووجوه الزهرة . وكان كذلك اول من بحث بحثاً علميًّا في كلف الشمس مع انهُ جاء في بعض المدوّنات ان الصينيين شاهدوا الكلف قبل استنباط التلسكوب . ولما كان تلسكوب غاليليو صغيراً فانهُ لم يستطع ان يفهم فهماً صحيحاً حلقات زحل . وقد نُقل عنهُ انهُ صاح لما شاهد زحل وحلقاته اولاً بأنهُ كشف عن «نجم مجنّح» . والحق يقال اننا اذا نظرنا الى بعض صور زحل في بعض مواقعه ، المصورة بتلسكوباتنا الكبيرة وآلاتها الفتوغرافية الدقيقة ، امكننا ان نفهم لماذا دعاهُ غاليليو « النجم المجنح »

اما التلسكوب الكاسر فعدستهُ جزء ذو شأن كبير فيه . ان العدسات في كل التلسكوبات الكاسرة الكبيرة والصغيرة مصنوعة من كتلٍ زجاجية كلٌّ منها محدبة السطحين . لكنّ الباحثين وجدوا ان هذه العدسة لا تفي بالغرض لان مناطق من النور الملون تتكون حول الشبح الذي

ترسمهُ وهي ناتجة عن مرور النور في موشور زجاجي وانحلالهِ الى الوانهِ اذ يمكن حسبان العدسة مكوّنة من عدة موشورات . لذلك ظلّ العلماء نحو مائة سنة بعد وفاة غليليو لا يتقدمون خطوة واحدة في اتقان التلسكوبات بسبب هذا الخطإِ البصري . فلما كشف العلاج لهذه الحالة جاء عن طريق العين البشرية . ذلك ان للعين البشرية اكثر من وسط واحد لكسر الاشعة وجمعها . ففيها العدسة والرطوبتان الزجاجية والمائية فالخطأُ في احداها يصحَّح في الاخرى . فصنع العلماء للتلسكوب عدستين الاولى كثيفة محدبة السطحين والثانية اقل من الاولى كثافة وتحدباً ولصقوا الاولى بالثانية بواسطة مادة تدعى « بلسم كندا » ينكسر النور فيها مثل انكساره في الزجاج

وقد اشتهر رجل في باريس يدعى « مانتوى » بصبّ الكتل الزجاجية لاكبر التلسكوبات الكاسرة وذاع اسم محل الفان كلارك في بلدة كمبردجبورت بولاية ماستشوستس الاميركية بأخذ هذه الكتل الزجاجية وصقلها حتى تصبح عدسة من القطر المطلوب والثخانة المطلوبة . اما عدسة مرصد يركيز التي قطرها ٤٠ بوصة فقد صنعها محل وارنر وسوايسي بكليفلند وصقلها محل الفان كلارك . وقد كانت هذه العدسة لما صنعت ولا تزال ، اكبر عدسة صنعت حتى الآن . ذلك ان العلماء ادركوا المصاعب الجمة التي تعترض صقل العدسات حتى يجيء تحدُّبها خالياً من اي خطإٍ يحرف النور او يكسرهُ وعرفوا العقبات التي تعتور سبيل صناعها حتى يجيء زجاجها صافياً لا يتخللهُ فقاعة هواء او شقٌّ مهما يكن دقيقاً ، فعمدوا الى صنع التلسكوبات العاكسة اي انهم ابدلوا بعدستي التلسكوب الكاسر مرآة مقعّرة تجمع الاشعة الواقعة عليها في نقطة معينة فيتخلص الصقّال من صقل اربعة سطوح — كما في العدستين — لانهُ في صنع المرآة يكتفي بصقل سطح واحد . وان كان صقلهُ لا يخلو من الصعوبة لان تحدّبها يجب ان يكون قطعاً متكافئاً

واكبر التلسكوبات الآن هي من الصنف العاكس — واكبرها على الاطلاق هو تلسكوب هوكر المنصوب في مرصد جبل ولسن وقطر مرآتهِ مائة بوصة . ويليه تلسكوب مرصد الدومنيون بفانكوفر في كندا اذ يبلغ قطر مرآتهِ ٧٢ بوصة . وقد تمَّ حديثاً بناء تلسكوب يقارب التلسكوب الاخير من حيث قطر مرآتهِ في مرصد بركنز بالجامعة الوسلية بأوهايو

اما التلسكوب العاكس الكبير الذي يبلغ قطر مرآتهِ ٢٠٠ بوصة فسائر في طريقهِ الى التمام . ولكن يجب الاَّ نتعجل ظهورهُ . فان تلسكوب مرصد جبل ولسن استغرق صنعهُ نحو ست سنوات مع ان قطر مرآتهِ مائة بوصة فقط . ولكن مرآة هذا التلسكوب الجديد متى تمّت تستطيع ان تجمع من النور اربعة اضعاف ما تجمعهُ المرآة التي قطرها مائة بوصة . فيتسنى لعلماء الفلك ان يجلوا بهِ كثيراً من المسائل التي لا تزال مغلقة على افهامهم . فقد يستطاع مثلاً حل المشكلة المرتبطة بالاقنية التي على سطح المريخ . وقد يصل العلماء الى شيء جديد عن تحدب الفضاء بدرسهم السدم الحلزونية السحيقة وتباعدها

ولم يكتفِ البحّاث بالتلسكوب لتقريب الاجرام وتوضيحها بل استعملوا اللوح الفوتوغرافي الحسّاس فتمكنوا من تصوير اجسام لم ترها عين بشرية عياناً وقد لا تراها ابداً. فان علماء الفلك يستطيعون ان يصوروا اجراماً سموية ابعد من ان تراها عين بأقوى التلسكوبات وذلك بتعريض اللوح الفوتغرافي الحسّاس تعريضاً طويلاً للنور الضئيل الآتي من النجم المقصود تصويره. وما يصح على النجم الضئيل النور يصحّ كذلك على اطراف المجرّة والعوالم التي خارجها والغيوم السديمية التي تحيط بالثريّا. وهذا التصوير مستطاع لان اثر النور في اللوح الفوتغرافي الحساس اثر متجمع. ولما كانت الاشعة التي تؤثر في اللوح الفوتغرافي اشعة لا تراها العين البشرية لقصر امواجها فجمع هذه الاشعة مع الامواج المنظورة وتحويلها الى اللوح الفوتغرافي يزيد وضوح الشبح الذي ينقل بها اليهِ ويرتسم عليهِ

* * *

وضع كرشوف من نحو سبعين سنة اصول الحل الطيفي — السبكترسكوبي — وقد كان للآلة المعروفة بالسبكترسكوب مِطياف اكبر اثر في توسيع معارفنا الفلكية في نصف القرن الاخير. وهذا لا ينفي وجوب استعمالها دائماً مع التلسكوب الذي يجمع الاشعة التي تحل بها. والمبدأ الذي تقوم عليهِ هذه الآلة هو ان النور اذا مرَّ في موشور انكسر انكساراً يختلف باختلاف طول موجتهِ. اي ان امواج اللون الاحمر اقل انكساراً من امواج اللون الاصفر وأمواج اللون الاصفر اقلّ انكساراً من امواج اللون البنفسجي. وهكذا نستطيع ان نحل نور الشمس الابيض الى الالوان التي يتألف منها بامراره في موشور مثلث او قطعة زجاج مخططة طولاً وعرضاً بخطوط قريبة جدًّا بعضها الى بعض (grating)

وقد اثبت كرشوف ان للاجسام المنيرة طيوفاً مختلفة يستطاع تبويبها كما يلي: (الاول) يعرَف بالطيف المستمر: وهو الحاصل من حل نور منبعث من اجسام صلدة متوهجة او سوائل او غازات مضغوطة ضغطاً عظيماً: (الثاني) يعرف بطيف الخطوط اللامعة او طيف الغازات وهو طيف النور المنبعث من غازات او ابخرة متوهجة مضغوطة ضغطاً متوسطاً او واطئاً: (الثالث) يعرف بطيف الخطوط المظلمة وهو طيف نور منبعث من مادة تستطيع ان تمتص جانباً من النور المنبعث منها. وبالثالث من هذه الطيوف فسَّر كرشوف خطوط فرونهوفر في طيف نور الشمس التي كانت لا تزال سرًّا مغلقاً الى وقتهِ[1]. وباستعمال السبكترسكوب تمكن العلماء من معرفة احوال النجوم والسدم

(١) خطوط فرنهوفر. اذا حللنا نور الشمس بسبكترسكوب الى الوانه السبعة المرئية وجدنا في مناطق الالوان المختلفة خطوطاً سوداً دقيقة. هذه الخطوط راقبها اولاً ولستن الانكليزي سنة ١٨٠٢ ثم عني بها فرنهوفر الالماني سنة ١٨١٤ واحصى نحو ٧٠ خطًّا منها فنسبت اليه. وتعليلها ان كل غاز او بخار يمتص الامواج التي يطلقها اذا توهج. فاذا حللنا طيف النور المنطلق من قطعة صوديوم محترقة وجدنا مثلاً خطاً اسود في مكان معين في منطقة اللون الاصفر. هذا الخط يتميز به عنصر الصوديوم فاذا وجدنا في طيف الشمس خطًّا في منطقة اللون الاصفر يتفق من كل الوجوه مع خط الصوديوم حكمنا ان في جو الشمس صوديوماً. وفي باب العلوم الطبيعية فصل يتناول هذا الموضوع.

الطبيعية . فعرفوا مثلاً ان السديم الكبير الذي يظهر في الفضاء قرب كوكبة الجبار غازي وان السديم قرب المرأة المسلسلة غير غازي

ولما كان معروفاً لدى العلماء ان كل عنصر من العناصر الكيمائية التي تتركب منها قشرة الارض اذا توهّج وحُلّ نوره ظهر في الطيف خط واحد — او اكثر — يتميز بهِ عن غيره استعملوا هذه الطريقة للكشف عن العناصر في الكواكب والسدم . وبتطبيقها على الشمس ثبت ان فيها نحو خمسين عنصراً من عناصر الارض الاثنين والتسعين . والواقع ان عنصر الهليوم كشف عنهُ في الشمس قبل الكشف عنهُ بين عناصر الارض . فقد كشف عنهُ سنة ١٨٦٨ في لهب اخضر اللون من لهب الالسنة المندلعة من الشمس في اثناء الكسوف . ودعي « هليوم » نسبة الى اسم الشمس اليوناني « هليوس » وظلّ مجهولاً بين العناصر الارضية الى ان كشف عنهُ السر وليم رمزي سنة ١٨٩٥ وما يستخرج منهُ الآن يستعمل في الغالب لملء البلونات المسيرة لانهُ لا يلتهب كالايدروجين

وقد استعملت خطوط فرونهوفر حديثاً لمعرفة نسبة العناصر التي في الشمس بعضها الى بعض وذلك بدرس عرض الخطوط التي تظهر في الطيف ونسبة عرض الواحد منها الى الآخر . ثم استعملت هذه الخطوط ايضاً لمعرفة شيء عن حركة الاجرام السموية فقد ثبت انهُ اذا كان الجرم السموي متجهاً نحونا فان حركة الخطوط في طيفهِ تتجهُ من الاحمر الى البنفسجي . واذا كان مبتعداً عنا فان حركة الخطوط في طيفهِ تتجهُ من البنفسجي الى الاحمر . لان الامواج التي تصلنا منهُ في الحالة الاولى آخذة في التزايد والقصر وفي الحالة الثانية آخذة في التناقص والطول . فاتجاه حركة هذه الخطوط وسرعتها تمكن العلماء من معرفة اتجاه الاجرام السماوية وسرعتها لقياس الارض وبالجري على المبدإ ذاته يستطاع الكشف عن النجوم المزدوجة واثبات دوران الارض حول محورها

فاذا استعمل السبكترسكوب مع آلة مصورة سمي سبكتروغرافاً. على ان الاستاذ هايل والاستاذ دلاندر — كلٌّ على حدة — استنبطا آلة سمياها سبكتروهيليوغراف اي سبكترغراف خاص بالشمس وبهِ يستطيع الفلكي ان يصوّر الالسنة المندلعة من سطح الشمس في اي يوم صافي الاديم . وهذا لم يكن مستطاعاً من قبل الاّ في اثناء كسوف الشمس الكلّي

***

وقد استنبط الاستاذ ميكلصن آلة دعاها الانترفرومتر لقياس اقطار النجوم السحيقة وهي تستعمل الآن في مرصد جبل ولسن مع تلسكوبهِ العاكس الكبير لهذا الغرض . وقد قيس بها الكوكب المعروف بمنكب الجوزاء فظهر ان قطره يكاد يبلغ قطر فلك المريخ . واكبر كوكب قيس بها حتى الآن هو قلب العقرب فوجد انهُ اذا وضع مركز قرصهِ فوق مركز قرص الشمس اضفى محيطهُ على فلك المريخ

ثم ان ستبنغ وروزنغ استنبطا آلة مبنية على الخلية الكهرنورية لقياس اقدار النجوم بمقدار النور الواصل منها وصنع أبُتْ اداة لقياس حرارة النجوم السحيقة وهي انبوب مفرغ يشتمل في داخله على نقطة الاتصال بين سلكين دقيقين من خليطين معدنيين مختلفين . يقع النور الواصل من النجم على نافذة في هذا الانبوب فينفذ منها الى السلكين فيحميهما وباحمائهما يولد فيهما تياراً كهربائيًّا صغيراً. ولمعرفة دقة هذه الآلة وشدة احساسها نقول لك ان قطر كلٍّ من السلكين لا يزيد على جزءٍ من الف جزءٍ من البوصة وان الجزء من الآلة الذي يقع عليهِ نور النجم في وقت معيّن لا يزيد وزنهُ على جزءٍ من الفي جزء من القمحة وان الحرارة التي تصلنا من منكب الجوزاء وهي اقوى حرارة تصلنا من احد النجوم — عدا الشمس — لا ترفع حرارة السلك الاّ جزءًا من ٦٠ جزءًا من الدرجة . وهذه الحرارة تولد في السلكين تياراً كهربائيًّا قوتهُ جزءٌ من ٧ ملايين جزءٍ من الامپير. ويتصل هذا التيار بغلڤانومتر حساس جدًّا تكفيهِ هذه القوة الكهربائية الدقيقة لامالة ابرتهِ ١٨ بوصة . وقد قيست بها حرارة نجم بعيد فلم ترفع حرارتهُ حرارة السلكين اكثر من جزءٍ من مائة الف جزءٍ من الدرجة

***

حقًّا ان معمل الفلكي هو المرصد بقبابهِ وتلسكوباتهِ. ولكن مع هذه القباب والتلسكوبات نجد طائفة كبيرة من الادوات التي لا بدَّ منها في علم الفلك الحديث وقد اشرنا الى بعضها في هذا الفصل . ومنها الساعات الدقيقة والادوات المستعملة لتحديد الزمن او لقياس قوة النور او الحرارة او للكشف عن تغير قوة الاشراق في الاجرام . ومنها الآلة المعروفة بالمصورة النجمية التي تصور بالاشعة التي فوق البنفسجي ، والمكرومتر المستعمل لقياس الزوايا الدقيقة حين البحث في النجوم المزدوجة — هذه هي بعض الادوات الاخرى التي يستعملها الفلكي مع التلسكوب والسبكترسكوب في ريادة الفضاء ومحاولة الكشف عن حقائقهِ



ريادة الفضاء

اتساع الآفاق الكونية

لا تكمل سيطرة الانسان على الارض الاً اذا راد ببصره وغزا بعلمهِ رحاب الفضاء . وروعة العلم انما هي في غزواتهِ . يتسلح الانسان بحواسهِ الخمس ويرود بها الكون الذي يحيط بهِ من اصغر صغيرة فيهِ الى اكبر كبيرة ويدعو عملهُ هذا علماً . ولكن ريادة الحواس تقتصر على سطح الارض وبعض اجرام السماءِ القريبة منها . لذلك يقتنع في ريادة اقاصي الفضاءِ بدرس اشعة النور وتعليل ما تحملهُ من الرسائل في طيات امواجها . جرى على هذه الطريقة فعرف ان الشمس انما هي أحد الكواكب التي لا عداد لها منثورة في النظام النجمي المعروف بالمجرة . ومن مركزه في هذا النظام تطلع الى ما هو خارجهُ من عوالم ومن اسرار . على ان ادوات الارتياد التي يستعملها لم تبلغ قبل هذا العصر الاخير من الدقة والاتقان ما يمكنهُ من تحقيق غرضهِ الى حدٍّ ما

وآخر هذه الادوات وأفخمها وأشدها اتقاناً تلسكوب مرصد جبل ولسن الذي يبلغ قطر مرآته العاكسة مائة عقدة (بوصة) فيستطيع الباحث ان يرى بهِ شمعة مضيئة على مسافة خمسة آلافٍ من الاميال وان يبصر بهِ مصباحاً من نور القوس اذا كان على سطح القمر

بهذه المرآة السحرية يرود العلماء الآن اطراف الكون وراء المجرَّة . هناك عثروا على السدم — تلك القطع السحابية او الغيوم المنيرة — التي كشف العلم عن حقيقتها فقال ان كلاًّ منها عالم مستقلّ بشموسهِ وسياراتهِ مثل المجرَّة

اننا نعرف الآن ، بفضل هؤلاء الباحثين ، شيئاً عن مقاييس هذه السدم واشراقها . فاكثرها اشراقاً في التلسكوب واقواها أثراً في اللوح الفوتوغرافي اقربها الينا . وكلما قلَّ لمعانها وضعف اثرها زاد بُعدها . حتى اذا بلغنا بالتلسكوب اضألها نوراً كنّا قد بلغنا حدود الكون المعروف، الى ان نصنع تلسكوباً اقوى ولوحاً فوتوغرافيًّا اشدَّ احساساً

وهذا الافق الاخير هو افق بعيد جدًّا . فالنور يجتاز نحو ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية ولكنهُ اذا سار بهذه السرعة من أبعد هذه السدم الى الارض استغرق سيره مائتي مليون سنة . ففي الفضاء الذي يحيط بهِ هـذا الافق البعيد الوف الوف من السدم — وكلٌّ منها عالم نجمي كالمجرَّة — في كل درجات النشوء . واحد هذه العوالم عالمنا النجمي المعروف بالمجرَّة . وهو على ما كشف عنهُ البحث من اقدم العوالم نشوءًا . ومع إتقان وسائل البحث التلسكوبي والفوتغرافي والسبكترسكوبي لا يجد العلماء ما يحملهم على الاعتقاد بان السدم تكثر في مركز الكون وتقل رويداً رويداً عند اطرافهِ لذلك حتمٌ علينا ان نحسب الفضاء ممتدًّا وراء الآفاق التي تكشفت لنا الى رحاب لا يدرَك آخرها

ومع ذلك لا يعقل ان يكون الكون من غير نهاية . ان ذلك لا يتفق مع نواميس الطبيعة وظاهراتها المعروفة . فمذهب النسبية وهو اصح المذاهب المعروفة في تعليل ظاهرات الكون يقول بأن للكون نهاية . ويقدر سعتهُ تقديراً مبنيّاً على مقاييس العالم المعروف ويؤخذ من هذا التقدير أن ما نراهُ بأقوى التلسكوبات انما هو جانب صغير من الكون . هذه هي الحالة في علم الفلك الآن . لقد كشف العلماء عن جانب صغير من الفضاء ودرسوا اجرامهُ وقاسوا ابعادها وعينوا اماكنها وعرفوا العناصر التي تتركب منها . وهم لا يزالون مكبين على تحقيق ما درسوا وكشفوا . فلنلقِ بنظرة الى الوراء لنرى كيف توصلوا الى ما توصلوا اليهِ

هذه هي الحالة الآن . ولكنها قد تتغير في الغد كما تغيّرت حالة الامس . فيتسع نطاق نظرنا الى الكون باستنباط الوسائل الجديدة واتقان الوسائل القديمة لان تاريخ علم الهيئة يتلخص في اتساع الآفاق الكونية امام غزوات العلماء والعلماء لن يكفوا عن غزواتهم

***

وضع علماء اليونان اول نظام فلكي تام فكان اكبر حقيقة كشفوا عنها ان الارض كرة . وكانوا يعتقدون انها كرة مستقرة في مركز الكون وان على مسافات بعيدة عنها يدور القمر والشمس والسيارات الاخرى حولها ، وان النجوم مصابيح معلقة بباطن فضاء كروي كالقبة يدور حول الارض مرة كلَّ يوم . وان هذه القبة كانت وراء فلكِ ابعد السيارات ولكن على مقربة منهُ . وانها هي حدّ الكون الذي يُرى

اما وقد عرفوا فيما عرفوهُ حجم الارض والقمر فقد حاولوا ان يقيسوا المسافة بين الارض والشمس ولكن الادوات التي استعملوها لذلك لم تكن قد بلغت درجة من الاتقان تمكنهم من تحقيق غرضهم فقال ارسترخس في القرن الثالث قبل المسيح ان بعد الشمس عن الارض يزيد تسعة عشر ضعفاً على بعد القمر عنها . ومع ان هذه المسافة ليست سوى جزءٍ من عشرين جزءاً من بعد الشمس الحقيقي عن الارض ظلَّ هذا القياس مسلَّماً بهِ الى اواخر القرن الخامس عشر . ولكن خيال اليونان كان خيالاً وثاباً فكانوا يعمدون اليهِ حين تخذلهم الادوات . فحشدوا السيارات في كون صغير اذا قيس بمقاييس الكون المعروف الآن . وصغر هذا الكون كان لا مندوحة عنهُ في مذهبهم لانهم كانوا يعتقدون ان القبة التي علقوا بها النجوم تدور حول محور الكون فكلما كبرت هذه القبة زادت سرعتها عند خطها الاستوائي زيادة لا يسلّم بها العقل . فلما اضطروا ان يطيلوا قطرها حتى يدخل فلك زحل فيها ، حسبوا ان سرعة نجم على خط استوائها يبلغ ستة آلاف ميل في الثانية . فلا عجب اذا ابت عقولهم توسيع نطاق الكون !

وظلَّ الكون الذي تصوره اليونان بمقاييسه وشكله مسيطراً على عقول الناس عصوراً متوالية الى عهد كوبرنيقوس الذي جاءَ بشيراً للعصر الجديد . حينئذٍ ادرك الباحثون ان دورة القبة التي تصورها اليونان انما هي من بنات الخيال فأحلوا محلها دورة الارض نفسها وهي لصغرها لا تقتضي

سرعة تفوق حد التصور ويتعذر التسليم بها . فقال ان محور الكون هو محور الارض نفسه وصرفوا النظر عن حسبان حدود الكون قبة تدور حوله . فلما تمَّ ذلك لم يوجد ما يمنع ان تكون النجوم بعيدة بعداً شاسعاً عن الارض . وعزلوا في الفضاء المجاور لنا النظام الشمسي — وقوامهُ الشمس والسيارات التي تدور حولها ومنها الارض

فلما عزل النظام الشمسي عن الكون الذي يحيط بهِ اتجهت الانظار الى الكشف عن اسراره واستنبط التلسكوب فصحبتهُ دقة في القياس لا عهد للعلماءِ بمثلها من قبل وكشف عن نواميس الحركة وناموس الجاذبية العام فاستعملت ادوات لغزو الفضاء . فنشأ عن كل هذا علم فلك جديد اطلق عليهِ لقب « فلك المكان » فقيست المسافات بين السيارات قياساً دقيقاً كانك تقيس خطاً على صفحة امامك بالمكرومتر وعينت المواقع وعرفت سرعة هذه الاجرام وعللت حركاتها تعليلاً ينطبق على ناموس الجاذبية العام . وأصبحت النجوم في نظر كهنة العلم الجديد نقطاً من النور ثابتة في القبة الزرقاء تقاس بثبوتها حركة السيارات والمذنبات وظلَّ علم الفلك الذي يعنى بمواقع الاجرام مسيطراً على دوائر البحث طوال القرن الثامن عشر وجانب من القرن التاسع عشر. كان المكرومتر رمز العلم الجديد فمقاييسهُ لا تقبل الريبة في صحتها ودقتها

ولكن في الحين الذي كان فيهِ علماء الفلك معنيّين بتعيين مواقع السيارات وابعادها وأقمارها وجمع الحقائق التي كانت في نظرهم معرفة يقينية ، كان نفر من الباحثين المتصفين بالخيال الوثّاب يرودون رحاب الفضاء خارج النظام الشمسي بين النجوم الثوابت . كانت ادوات الرصد المستعملة حينئذٍ لا تستطيع ان تكشف عن اجرام النجوم ومقاييسها بمثل الدقة التي قيست بها اجرام النظام الشمسي . لذلك أهملها الفلكيّون الذين يقدرون كرامتهم العلمية ! ولكن الجريئين من علماءِ الفلك الذين لا يكتفون بالسير على الطرق المطروقة اعتمدوا على مبدإ التماثل في الكون وقالوا ان النجوم هي شموس بعيدة كشمسنا . وفي بدءِ خطوتهم الجريئة حسبوا ان اشراق جميع الشموس متساوٍ وان الاختلاف الظاهر في اشراقها سببهُ الاختلاف في بعدها . فبنوا على ذلك مذهبهم في قياس ابعادها بالموازنة بين اقدارها (درجات اشراقها) ازاء اشراق الشمس وبعدها معروف ، وبنيت على ذلك نظريات متعددة لتعليل الظاهرات المختلفة ، منها ان النجوم كلما بعدت قلَّ عددها وان مجموعها كلها على عظم البعد بينها يؤلف عالماً معزولاً في الفضاء اطلقوا عليهِ اسم المجرّة . كلُّ هذا كان تكهناً خارجاً عن نطاق العلم اليقيني . فنفيهُ او اثباتهُ بوسائل العلم يجب ان ينتظر حتى تتقن هذه ويدقّ احساسها . والصنّاع عادة يتبعون الروّاد . فلم يلبثوا ان رأوا الحاجة تدعو الى قياس النجوم خارج النظام الشمسي ، فشحذوا الاذهان والعزائم ، والحالة تفتق الحيلة ، فأخذوا رويداً رويداً يحسنون وسائل الرصد لدرس هذا العالم الخارجي . وفي العقد الرابع من القرن الماضي انتقل علم الفلك خطوة اخرى على طريق التقدم — من فلك النظام الشمسي — الى فلك المجرّة والنجوم

واستنبطت وسائل التصوير الشمسي فأقبل عليها علماء الفلك وأضافوها الى التلسكوب والسدس وغيرها من ادوات الرصد فتمكنوا من ان يأتوا العجائب في دقة القياس . تصور ايها القارىء رجلاً يبعد عنك سبعين ميلاً وفي يده ورقة عليها نقطة بقلم رصاصي . وانت واقف تنظر الى هذه النقطة بمنظارك فتراها اذا حدث بمنظارك بوصة الى اليمين او بوصة الى اليسار . وهذا ما يفعله الفلكيون في قياس ابعاد النجوم . انهم ينظرون الى نجم من النجوم ويعينون موقعهُ في السماء ثم يرصدونهُ بعد ستة اشهر مثلاً من المكان نفسهِ فيتكون لديهم مثلث هو كالمثلث الذي يرسمهُ مهندس يقيس بُعد جبل من مكانين . لان بُعد الجبل يعرف من معرفة البعد بين المكانين والزاوية التي بين خطي النظر . ولكن النجوم التي تقاس كذلك قليلة لان اكثرها ابعد من ان يرى ايُّ اختلاف في مواقعهِ . وأبعد ما يستطاع قياسهُ كذلك نجم يبعد ١٦٠ سنة ضوئية عن الارض . فترى انهُ لو حُصر نظرنا الى الكون بما تكشف عنهُ هذه الوسائل لظلَّ كوننا ضيق الرحاب . واول من قاس ابعاد النجوم قياساً مضبوطاً هو ستروف Struve وذلك سنة ١٨٣٥ الى ١٨٣٨ لذلك قلنا ان الخطوة الجديدة في علم الفلك تمت في العقد الرابع من القرن التاسع عشر

اما الفائدة العظمى التي نجمت عن هـذه القياسات مع ضيق نطاقها فهي خروج علماءِ الفلك من دائرة النظام الشمسي الى دائرة المجرّة وتثبيت اقدامهم فيها . فتحقق بذلك جانب من احلام الفلكيين الروّاد الذين تقدموا ادوات الرصد بخيالهم الوثّاب . ولكن ادوات الرصد لم تف بالغرض في ميدان المجرة الفسيح فعمد الباحثون الى وسائل اخرى يخضعونها لمآربهم

فأخذوا اولاً النجوم التي قيست ابعادها بطريقة اختلاف الزاوية وعرفت احجامها معرفة مباشرة وبوّبت اقدارها بحسب مميزات الضوء الذي تشعهُ والصفات الاخرى التي تتصف بها . فاذا كشفت الآن عن نجم جديد وعرفت ان تضعهُ في الصف الذي يخصهُ فقد عرفت عنهُ حقائق عامة كثيرة من غير ان تعمد الى ادوات الرصد تستنطقها. ومن الامور التي تعرف حالاً بالرجوع الى هذه الازياج درجة الاشراق الحقيقية احياناً والتقريبية احياناً اخرى وبموازنة اشراق النجم الجديد باشراق نجم معروف بعدهُ عن الارض يعرف بعد النجم الجديد على وجه قريب من الدقة . ثم استنبط السبكترسكوب فكان من افعل الوسائل الفلكية . ومع ان معرفة العلماء عن حقائق نجوم المجرة لا بأس بها فان معرفتهم عن نظام المجرة كنظام مستقل لا تزال يسيرة . وذلك لاننا في وسطهِ فقربنا من مقوماتهِ يعمينا عن رؤيتها رؤية اجمالية لذلك لا ندرك تفصيلات بنائها. ولو اتيح لنا ان نخرج منهُ ونقف على سديم مجاور لهُ لاستطعنا ان نرى الصفات العامة التي يتصف بها ، هل هو كروي او مسطح وهل فيهِ مركز تكثف فيهِ النجوم ثم تقل رويداً رويداً كلما بعدت عن اطرافهِ ؟ ولكن البحث قد بيّن حتى الآن ان المجرّة كالعدسة تحتوي على ملايين النجوم قطرها الاطول نحو ٢٠٠ الف سنة نورية (قياس تخميني) وقطرها الاقصر نحو ٢٠ الف من السنين النورية وهي تدور في سطح

درب التبّان دورة تقدّر بمائة وخمسين مليون سنة . اما الشمس فتبعد كثيراً عن مجموع النجوم الذي في مركز هذا النظام . ودرب التبان انما هي محيط هذه العدسة نرى النجوم كثيفة فيها لاننا ننظر الى طبقات كثيفة منها

فالطرق الفلكية التي تتناول النجوم بالدرس والبحث والقياس والتحليل اصبحت معتمد علم الفلك الآن ودرس نظام المجرّة حلّ في المقام الذي نزل فيهِ درس النظام الشمسي من قبل . ولكن الروّاد من العلماءِ اخذوا يخطون خطوة جريئة اخرى . والتاريخ يعيد نفسهُ . فلما ادرك العلماء حدود النظام النجمي المعروف بالمجرة اخذ بعضهم يتطلع الى ما قد يكون وراءه في الفضاءِ الرحب وجرياً على مبدإ التماثل في الكون قال بعضهم بوجود انظمة نجمية مماثلة للمجرة منثورة في الفضاءِ . وكذلك نشأ مذهب « العوالم الجزرية » الذي فتح في البحث الفلكي الكوني باباً جديداً

فالسدم تقسم الى قسمين الاول يشمل السدم التي داخل المجرة والثاني السدم التي خارجها . اما السدم التي داخل المجرّة فالراجح انها مجاميع من النجوم ترى كالقطع السحابية لبعدها كما في كوكبتي الرامي وهرقل . وفي المجرة ايضاً سدم غازية بعضها منير وبعضها مظلم

على ان الذي يهمنا هنا هو امر السدم التي خارج المجرة لانها في نظر العلماءِ هي « الاكوان الجزرية » التي يماثل كل كون منها مجرتنا . هذه السدم منتشرة في الفضاء خارج المجرّة كانتشار الجزائر في بحر مترامي الاطراف . وهي على اصناف منها سدم غير منتظمة الشكل اي ليس لها شكل قياسي خاص واشهرها يعرف بغيوم مجلان التي ترى من نصف الكرة الجنوبي ويحسبها رائيها جزءًا من درب التبان ولكنها في الواقع بعيدة عنهُ بعداً شاسعاً . ومنها سدم لها شكل خاص وهي اكثر من السدم غير المنتظمة واكثرها حلزوني وما درس منها يماثل مجرتنا الى حد بعيد مما لا يترك مجالاً للشك في انها مجموعة نجوم كمجرتنا ولكن يتعذر تصوير نجومها لبعدها الشاسع . والمحتمل ان نجومها في دور الانتقال من دور الغاز الحامي الى دور الاضاءة وان الغاز الذي لا يدخل في تكوينها يغشاها كبرقع الحسناء . والبعد بين العالم والآخر في سبعة منها يتراوح على ما نستطيع تحقيقهُ من مائة الف سنة نورية الى مليون سنة نورية ونصف مليون وقطر كل منها يتراوح بين اربعة آلاف سنة نورية و٤٥ الفاً . واشراقهُ يفوق اشراق الشمس من ٢٠ مليون ضعف الى ٥٠٠ مليون ضعف

فالامر الخطير الذي نخرج بهِ من هذه المباحث والقياسات هو ان خيال الروّاد من العلماءِ وجد ما يؤيده في مسألة « الاكوان الجزرية » كما وجد ما يؤيده قبلاً في مسألة «نجوم المجرة» . والمنتظر بل المرجح انهُ متى اتقنت وسائل رصد السدم كشف العلماء عن حقائق كثيرة لا تزال محجّبة بستار الجهل . فالعلماء الآن ينتظرون بناء التلسكوب الذي يبلغ قطر مرآتهِ مائتي بوصة وهو ضعف قطر المرآة في تلسكوب جبل ولسن بفارغ صبر . لانهُ يمكنهم من ان يصلوا بهِ الى ثلاثة اضعاف البعد الذي يبلغهُ التلسكوب المذكور

اصل النظام الشمسي ونشوءه

المذاهب المختلفة من ايام لابلاس الى عصرنا

العالِم الفلكي الذي يعنى بالسماءِ والكواكب من ناحيتها الوصفية لا يهتمُّ الاَّ اهتماماً غيرَ مباشر بمسألة نشوءِ الارض والسيارات . فتلسكوبهُ لا يمكنهُ من معرفة شيءٍ مباشر في هذا الصدَد، لانهُ اذا كان للشموس الاخرى سيارات فهي أصغر وأبعد من أن يتبينها التلسكوب . ولو ان كلَّ شمس في السماءِ ولَدَت الآن سيارات على مثال سيّارات شمسنا لما تمكنا من الشعور بما هو حادثٌ قط

على أن المسألة ذات شأن يأخذ لبَّ العالم . فالرأي السديمي القديم الذي قال بهِ لابلاس، صوَّر النجوم سُدُماً آخذة في التقلص، فتزداد سرعة دورانها بازدياد سرعة تقلُّصها . ثم تنثر من منطقتها الاستوائية حلقات من المادة، مصير كل منها أنْ تصبح سياراً . وهذا الرأي ينطوي على أن تكوين السيارات هو حادث طبيعي سويٌّ في حياة كل نجمٍ . فافضى بابناءِ القرن التاسع عشر الى القول بان كل نجمة في السماءِ تشرق بضوئها وحرارتها على اتباع من الكواكب تدور حولها . ولما كان ضوءُ الشمس وحرارتها الزم ما يلزم للحياة الارضية، فكان من الطبيعي أن نقول بأن كل نجمةٍ نراها بالتلسكوب همُّها ارسال الضوءِ والحرارة لحفظ الحياة على السيارات التي تحيط بها. فاذا خطوْت هذه الخطوةَ، أمكنك من غير مطٍّ للاحتمالات التي تنطوي عليها ان تخطو خطوةً اخرى فتقول بان كل نجمة انما خلقت لهذا الغرض الخاص (حفظ الحياة على سياراتها)

أما الرأي الحديث فيحسبُ أن تكوُّن السيارات بعيد عن ان يكون حادثاً طبيعيًّا سويًّا في حياة نجمةٍ من النجوم — بل هو حادث شاذّ ونادرٌ جدًّا . ويبلغ من ندرتهِ، أن من النجوم التي بلغت من العمر أطول ما قدِّرَ لها — ملايين الملايين من السنين — عددٌ ضئيلٌ جدًّا يحتمل أن يكون له سيارات . واذا امتدّ عمرها في المستقبل الى مئات الملايين من ملايين السنين — ظلَّ عددٌ ضئيل جدًّا منها لهُ سيارات . وهذا الرأي ينطوي على القول بان معظم النجوم تولد وتحيا وتموت عقيمة من دون ان تولد سيارات — وحتى النجوم التي تولِّد سيارات يكون معظمها قد تقلص وبرَد . فلا يستطيع ان يحفظ الحياة — كما نعرفها — على سياراتهِ بضوئهِ الضئيل وحرارتهِ الفاترة

وخلاصة المذهب القديم، أننا نستطيع بشيءٍ من الخيال أن نتصور الكون يعجُّ بالحياة . واما الرأي الحديث فيصوّر الكون ماضياً في طريقهِ، فيحدث فيهِ هنا او هناك، في زوايا منبوذة لا شأن لها، وفي فترات بعيدة، حادث فجائي غريب ينجم عنهُ ان الحياة تبرز صدفةً الى الوجود . اما اية هاتين الصورتين هي الصورة الصحيحة — فمسألة لايمكن للعلم ولا للانسانية — ان يتغاضيا عنها

فلننظر اولاً في بعض النواحي الطبيعية : يبدو للناظر العجول أن فعل الراديوم دائمٌ . ولكننا

نعلمُ انهُ ليس اكثر دواماً من اي شيءٍ في الطبيعة ذلك ان الراديوم يفقد قوتهُ فقداً بطيئاً فهو ينحلُّ رويداً رويداً فاذا مضى عليهِ ١٦٠٠ سنة اصبحت قوتهُ في نهايتها نصف ما كانت في بدايته

والسبب في فقد هـذه القوة معروف . ذلك ان الراديوم يتحوّل الى شيءٍ ليس راديوماً فلندعهُ بنفاية الراديوم . فاذا اخذت قدراً من الراديوم الصافي تحوّل نصفهُ في اثناء ١٦٠٠ سنة من راديوم صافٍ الى نفاية الراديوم . واذن فقوة الراديوم قد نقصت نصفها لأن قدر الراديوم الصافي نقص نصفهُ

فاذا اعطينا مزيجاً من الراديوم ونفايتهِ ، كان في الامكان ان نعلم مدى تحوُّل الراديوم حتى اصبح فيهِ هذا القدر من النفاية . فاذا كانت النفاية نصف قدر المزيج اي ان قدرها مساوٍ لقدر الراديوم — عرفنا ان ١٦٠٠ سنة قد انقضت على انحلال الراديوم . فاذا كانت النفاية ثلاثة ارباعهِ علمنا ان عمل الانحلال مضى عليهِ ٣٢٠٠ سنة وهكذا

***

وما يعلم عن الراديوم من هذه الناحية يعلَم عن العناصر المشعة المختلفة . فقد حدّد العلماء مدى انحلالها وتحوّلها من شكل الى آخر . فعنصر الثوريوم يستغرق ١٦٥٠٠ مليون سنة حتى يتحول نصفهُ الى نفايةٍ . وعنصر الاورانيوم يستغرق ٤٥٠٠ مليون سنة

وفي قشرة الارض يعثر الجيولوجيون على قدر من الاورانيوم ونفايتهِ في صخر من الصخور . وقد ثبت ان مقدار النفاية كان في كل ما وجدوه اقلّ من مقدار الاورانيوم نفسهِ — اي انهُ لم يمضِ على الاورانيوم ٤٥٠٠ مليون سنة وهي المدة التي يستغرقها لتحول نصفهِ الى نفايةٍ

وبتحليل الصخور التي عثر فيها على الاورانيوم والثوريوم وجد العلماء ان عمرها (الصخور) هو نحو ١٥٠٠ مليون سنة . فاذا اضفنا المدة التي استغرقتها هـذه الصخور قبلما تجمدت امكن الحصول على عمر الارض . وقد قال اللورد رذرفورد بأنهُ لا يمكن ان يزيد على ٣٤٠٠ مليون سنة . ثم اذا بحثنا في الشهب والنيازك وجدناها تؤيد ما تقدم . ففي بعض الاحيان يعجز الهواء عن حرق نيزك من النيازك فيسقط الى الارض جلموداً يحدث في سطحها غوراً كبيراً . وقد وُجِد ان هذا الرجم الساقط يحتوي غالباً على عنصر الثوريوم او الاورانيوم كلٌّ مع نفايتهِ . ومقدار هذه النفاية يمكننا من حساب الزمن منذ ما تحجّر الرّجم . هذا الزمن لا يمكن حسابهُ بدقة عظيمة . ولكن ليس بين الحجارة التي امتحنت ما زاد عمرهُ على ٢٩٠٠ مليون سنة منذ تحجره . ومعظمها من رتبة عمر صخور الارض اي نحو ١٥٠٠ مليون سنة فنستطيع ان نقول بوجهٍ عامٍ ان طول الزمن الذي انقضى على تجمُّد السيّارات وغيرها من اجزاء النظـام الشمسي لا يمكن ان يزيد عن نحو ٣٠٠٠ مليون سنة

هـذا التقدير مبنيٌّ على التقدّم الحديث في علم الطبيعة . ولم يكن ثمة سبيل لعلماء الفلك

المتقدمين يمكنهم من الوصول اليهِ . ولو تمكنوا منهُ لما كان أفادهم شيئاً . وهو ذو خطر في نظرنا الآن لاننا نستطيع ان نقرنهُ الى المعارف الفلكية الحديثة . فنحن نعرف الآن مدى التحوُّل في الشمس والنجوم في اثناء ٣٠٠٠ مليون سنة . ذلك ان الشمس تشعُّ من مادتها ما متوسطهُ ٣٦٠ الف مليون طن في اليوم . وهذا اشعاع عظيم سريع جدًّا لا نستطيع تصوُّر صحتهِ حتى نقابلهُ بكتلة الشمس . ولكن هذا الاشعاع السريع خلال ٣٠٠٠ مليون سنة لم يؤثر تأثيراً كبيراً في كتلتها. ثم ان البحث الفلكي الحديث اثبت ان حالة الشمس الطبيعية لا تتوقف الاَّ على كتلتها تقريباً . فالنجوم التي كتلتها من رتبة كتلة شمسنا يشبهُ بناؤها الطبيعي بناء شمسنا . واذن فيجب ان نحسب انهُ لما ولدت السيَّارات والنيازك كانت كتلة الشمس ما هي عليهِ الآن تقريباً — رغم اشعاعها العظيم — وان بناءها الطبيعي لم يتحوَّل بعد ذلك كثيراً

***

هذه النتيجة المبنية على أدلة قلما يُطعَن فيها ، تمدنا بمقياس نقيس بهِ صحة المذاهب التي تعلّل أصل النظام الشمسيّ ونشأتهِ. فلنطبقها اولاً على أشهر هذه المذاهب ونعني الرأي السديمي الذي قال بهِ لاپلاس. فقد ذهب لاپلاس الى ان الشمس بدأت وجودها كسديم فسيح الرقعة ممتدّ الى فلك أبعد السيارات اي الى فلك بلوطو او ما قد يكون وراءهُ . واذ تقلَّص هذا السديم لبردهِ ترك وراءهُ حلقات من المادة تكثَّفت بعدئذٍ وتكوَّنت منها السيارات . واذاً فلما تكونت الارض سيَّاراً كان طول قطر الشمس يبلغ قطر فلك الارض الآن . فنرى مما تقدم ان هذا الرأي لا يثبت على الامتحان (لاننا نعلم ان الشمس لم تتغير كثيراً في مدة ثلاثة آلاف مليون سنة مضت عليها منذ تكونت الارض) . والواقع ان ثمة امتحانات اخرى معظمها من علم الفلك الديناميّ امتحِنت بها نظرية لابلاس ووجدت ناقصة

ومن المتعذر ان نبسط هنا كل المذاهب التي وُضِعَت لتعليل اصل الارض كلاًّ على حدة . ولكن لنلاحظ ان كلَّ هذه المذاهب تقسم الى طائفتين . فالاولى تحسب ان لاشأن الاَّ للشمس في تكوُّن السيارات ، والثانية ان اجساماً اخرى — عدا الشمس — كانت ذات شأن في تكوينها

ولو ان الشمس وحدها كانت العامل الفعَّال في تكوُّن النظام الشمسي ، لصعب علينا ان نفهم بأية طريقة امكنها اطلاق السيارات الخارجية البعيدة الى ابعادها الحالية . ازاء ذلك نضطرُّ ان نقول بوجود انفجارات داخلية في كتلة الشمس – او السديم الذي كانت – قذفت بالسيارات الى مواقعها. ثم انها لا تعلّل لنا سرَّ الشبهِ بين الاقمار الدائرة حول المشتري وزحل من جهة ، وبين نظام السيارات الدائرة حول الشمس – الاَّ من حيث الحجم – من جهة اخرى . والواقع ان هذا الشبه كبير جدًّا ، فكل رأي لا يعللهُ يمكن الاغضاء عنهُ . وهذا الامتحان يقضي على نظرية الانفجارات الداخلية . فمن الاغراق ان نتصوَّر سلسلةً من الانفجارات المتتالية تستطيع ان تخلق شيئاً منتظماً مثل مجموعة

السيارات. ومن الاغراق في الاغراق تصوُّر حدوث هذه العجيبة مرتين أُخريين لخلق نظامي المشتري وزحل. واذن لا يبقى لنا الاَّ ان نقول بأن جسما واحداً آخر على الاقل — عدا الشمس — كان لهُ شأن في تكوين السيَّارات. ففي سنة ١٧٥٠ تصوَّر بوفون ان السيَّارات نثرت من الشمس نثراً على اثر اصطدام بين الشمس ومذنَّبٍ. وفي سنة ١٨٨٠ قال بكرتون بنظرية مماثلة الاَّ انهُ ابدل المذنب بشمسٍ. وقد تجدد القول بنظرية الاصطدام حديثاً على يد جفريز. ولا تزال اقواله قيد النظر والبحث عند العلماء

والراجح ان السر جيمز جينز اول من عني سنة ١٩٠١ بالنظر في امكان اقتراب جسم كبير الى كتلة الشمس فتكوَّنت السيارات بفعله المدّي لا باصطدامه بها. وفي سنة ١٩٠٤ نظر الاستاذان تشمبرلين ومولتن على حدة في امكان هذا وتوسعا فيه اكثر مما توسَّع فيه جينز. فقد تصوَّرا، ان سلسلة من الانبعاثات الشمسية كالتي تحدث السنة الشمس المندلعة من قرصها، قوي مدُّها بفعل نجمة مجاورة، حتى خرجت المادة المنبعثة منها من نطاق جاذبية الشمس، وهناك تكثفت وصارت اجساماً صغيرة دعواها « السيارات المتناهية في الصغر »

فبدا لجينز ان اعتراضات جمة تقوم ضد الرأي الذي ذهبا اليه. فهو من جهة لم يعلل الشبه الكائن بين اقمار زحل والمشتري، ونظام السيارات التي تدور حول الشمس. ثم لم يبين لنا سبباً يجعل تكون انظمة الاقمار معقولاً على الاطلاق. والواقع ان جينز شديد الارتياب في ان يتمكن مذهب تشمبرلين ومولتن من تعليل تكون السيارات. فنفخات الغاز التي تصوَّر الاستاذان تشمبرلين ومولتن انها تتكثف وتصبح سيارات لا يمكن ان تكثف حتى تصبح اجساماً جامدة على الاطلاق. انها لا تستطيع ان تجمد في نطاق جو الشمس الحار، فاذا خرجت من نطاق جو الشمس انتشرت في الفضاء كما ينتشر الغاز الواكف من انبوبة في البيت. وتدل الحسابات الرياضية على ان اي جسم من الغاز ينتشر كما تقدم، الاَّ اذا كانت كتلته اعظم جدًّا من كتل السيارات الصغيرة المزعومة. فالتجاذب بين الجزيئات في كتلة غاز وزنها من رتبة اوزان السيارات الصغيرة اصغر جدًّا من ان ينجم عنها تكثف مقاوم لضغط الغاز الناشىء عن حركة دقائقه

***

لما كانت نظرية تشمبرلين ومولتن لا تقف في وجه الانتقادات المذكورة، حاول جينز ان يرتب ترتيباً رياضيًّا سلسلة الحوادث التي تقع للشمس اذا اقترب نجم منها الى مسافة معنة وهو ماضٍ في طريقه الكوني من دون ان يصطدم بها. ولما صرف جينز النظر عن كل الفروض الطبيعية من مثل الانبعاثات الشمسية وتكوُّن « السيارات المتناهية في الصغر » وجد ان رأيه القائم على « الفعل المدي » كافٍ بذاته، من دون اقحام فروض غريبة عليه، ان يعلل تعليلاً محكماً اصل النظام الشمسي. وهكذا اخرج سنة ١٩١٦ نظرية جديدة في اصل النظام الشمسي تختلف اختلافاً كبيراً عن نظرية تشمبرلين ومولتن

كان روش (Roche) قد اثبت بمباحثه سنة ١٨٥٠ ان كل كتلة ضخمة مثل الشمس تحيط بها منطقة تعرف « بمنطقة الخطر » . ويستحيل على اي جسم متوسط الحجم ان يدور حول الكتلة الكبيرة داخل هذه المنطقة ، لانه يتفتت حالاً الى قطع صغيرة . وعليهِ رأى روش ان اقمار زحل وحلقاته تمثل هذه الحقيقة تمثيلاً واضحاً . فأقمار زحل كلها خارج منطقة الخطر التي تحيط بزحل . ولكن الحلقات داخلها . وعليهِ ساد الاعتقاد بأن نثار الحلقات اصلها قمر من اقمار زحل تفتت بدورانهِ داخل منطقة الخطر

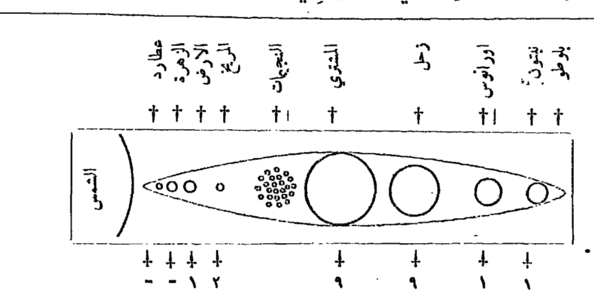
وقد دلت المباحث الرياضية في التفاعل المدّي بين نجمين ان ظاهرة « منطقة الخطر » يمكن تطبيقها على جسمين يقترب احدهما من الآخر اقتراباً وقتيًّا . فاذا كان البعد الثابت بين جسمين يزيد على مسافة معينة حدث مدّ على نحو المدّ الذي يحدثهُ القمر في مياه المحيطات الارضية . فاذا نقصت المسافة بينهما زاد ارتفاع المد ثم اذا زادت بعد ذلك عاد كل من الجسمين الى حالة استقراره الطبيعي . ولكن اذا اقترب احد الجسمين الى الآخر كثيراً حتى اصبح على مسافة « حرجة » تغيرت طبيعة المد تغيراً كليًّا . فبدلاً من ارتفاع بسيط يسير على وجهِ الجسم الواحد تابعاً مسير الجسم الآخر الذي يحدثهُ بجذبهِ ، على نحو مد البحار وسيره فوق سطح الارض مع القمر ، يتكوّن « في حالة جسمين غازيين » جبل من المادة الغازية يزداد ارتفاعاً باقتراب الجسم الى الآخر ثم ينطلق في شكل ذراع طويلة . فاذا كانت الاحوال مؤاتية اتصلت الذراع بالجسم الجاذب الذي احدث المد ، وكذلك يتصل الجسمان بذراع من الغاز مثلما تتصل كرتا الحديد بذراع حديدية في الاداة التي يستعملها رافعو الاثقال . وفي احوال اخرى لا تتصل الذراع الغازية بالجسم الجاذب فتبقى ممتدة من الجسم الذي انطلقت منهُ ، متجهة الى الجسم الثاني . ويمكننا ان نثبت بالحساب الرياضي والتجربة ان هذه الذراع ، تتقلص فتكون كتلاً منفصلة ، بفعل التجاذب بين جزيئاتها . بل نستطيع ان نحسب زنة كل من هذه الكتل . ومع اننا لا نستطيع في هذا الحساب ان نبلغ درجة بعيدة من الدقة الاَّ انهُ يمكننا ان نقول ان اجرام هذه الكتل هي من رتبة اجرام السيارات

وقبل ان يبدأ التقلص في هذه الذراع تكون اشبه شيء بسيجار او طربيد احد طرفيهِ هو الطرف المتجه الى الجسم الجاذب والآخر هو الطرف المتصل بالجسم الذي انطلقت منهُ . وعليهِ نتوقع ان تكون اكبر الكتل ، بعد التقلص ، في وسط الذراع واصغرها في طرفيها

وهذا هو الترتيب الذي نشهدهُ في السيارات . فهو يعلّل لنا كون المشتري وهو السيار المتوسط ، اكبر السيارات ، كما يعلّل لنا ميل السيارات الى التدرج صغراً كلما بعدت عنهُ في جهتين مختلفتين . واكتشاف السيار بلوطو ، الذي يُظَنّ انهُ اصغر من نبتون ، جاءَ مؤيداً لهذه النظرية . ومما تجب الاشارة اليهِ ان اكثف السيارات ليس اكبرها حجماً ، بل اقربها الى الشمس ، رغم صغر حجمها . وهذا يؤيد نظرية جينز ، لان هذه السيارات تكونت من المادة التي كانت عند سفح الجبل المدي

المنطلق من الشمس بجذب الشمس الاخرى ، والمرجح ان العناصر الثقيلة كانت اكثر عند سفح الجبل منها في قنته المنطلقة في الفضاء . ثم اننا نستطيع ان نتوسع في تفصيل عناصر هذه النظرية . فالسيارات تسير الآن في افلاك مستديرة تقريباً . ولكنها لم تكن كذلك في بدء عهدها . بل كانت تسير في افلاك مضطربة ، لا ضابط لها الاَّ انها كانت تسير في سطح حركة النجم الجاذب

فاذا اقترب احد هذه السيارات في اثناءِ سيرهِ في فلكه المضطرب ، من الشمس ودخل منطقتها



شكل يمثل الذراع الغازية التي انطلقت من الشمس — بحسب نظرية جينز — بفعل شمس اخرى اقتربت منها فأحدثت فيها مداً ظل يتعالى حتى انطلق في شكل طوربيد متجه الى الشمس الجاذبة ، ثم جعل يتقلص كتلا بفعل تجاذب جزيئاته . والبحث النظري يقتضي ان تكون اكبر الكتل في وسط الذراع . وهو ما نشاهده فعلا في السيارات ، كما تراه ممثلا في هذا الشكل . ثم ان البحث النظري يقتضي ان تبقى اكبر الكتل غازية بعد تحول الكتل الصغيرة الى سائلة ومتجمدة . وتكون الاقمار من الكتل التي تبقى غازية اسهل تكوناً منها في الكتل التي اصبحت سائلة او جامدة . لذلك يقتضي البحث النظري ان يكون لزحل والمشتري اقمار اكثر من السيارات الاخرى . وهو ما يشاهد فعلا اذ لكل منهما تسعة اقمار وقد قيل حديثاً ان لزحل قمر عاشر. والارقام التي تحت الشكل تشير الى عدد الاقمار التي تدور حول كل من السيارات . ثم ان الاقمار التي تنفصل من كتلة غازية تكون صغيرة بالنسبة الى الكتلة التي تنفصل منها . اما الاقمار التي تنفصل من كتلة في طور السيولة او التجمد فتكون نسبتها الى الكتلة اكبر . والواقع ان اقمار المشتري وزحل صغيرة جداً . فجرم زحل ٤١٥٠ ضعفاً اكبر من جرم قمره الاكبر و١٦٠٠٠٫٠٠٠ اكبر من قمره الاصغر . واما النسبة بين الارض وقمرها فنسبة ٨٠ الى واحد . وكل هذا مما يؤيد نظرية جينز

الخطرة تكسّر ، على مثال مدّ الشمس باقتراب شمس اخرى منها ، فتتولد الاقمار وتسير حوله في سطح حركته هو حول الشمس . وهذا عندنا بمثال فرضيّ لتولد اقمار السيارات ، وشدة مشابهة كل سيار واقماره ، للنظام الشمسي (الشمس وسياراتها) يعلل لنا سير الاقمار في سطوح هي في الغالب واقعة في سطح حركة الشمس

ولا تلبث الكتل الغازية (السيارات) حتى تبرد ثم تسيل فتتجمد . اما اكبرها فيبقى غازيًّا بعد ما يجمد اصغرها . ثم ان البحث النظري اثبت ان السيارات التي تبقى غازية بعد انفصال اقمارها

عنها يرجّح انفصال اقمار اخرى عنها بعد ذلك حالة ان السيارات التي تجمدت بسرعة تكون اقمارها قليلة او ليس لها اقمار قط . وهذا يعلّل لنا ما نراه في النظام الشمسي . فالسيارات التي لها اكبر عدد من الاقمار هي المشتري وزحل وهما اكبر السيارات حجماً ولكلٍّ منهما تسعة اقمار صغيرة جداً بالقياس الى السيارين اللذين تدور حولهما وهي صفات تمتاز بها الاجسام المتكونة من كتل غازية . واما السيارات التي ابعد من زحل عن الشمس والتي اقرب من المشتري اليها ، فاقمارها قليلة ونسبة احجامها الى السيارات التي تدور حولها كبيرة وهذه صفات تمتاز بها الاجسام المتكونة من كتل سائلة او في طور السيولة . وهذا يعلّل بقولنا ان المشتري وزحل ظلاً كتلتين غازيتين بعد ان كانت السيارات الاخرى كعطارد والزهرة قد اصبحت سائلة او متجمدة — فان هذين السيارين الاخيرين ليس لهما اقمار . ويليهما الارض من جهة ونبتون من جهة اخرى ولكل منهما قمر واحد كبير جداً بالنسبة اليهما اذا قيس باقمار السيارات الاخرى

وقد كان المنتظر ان يكون المريخ متوسطاً في الجرم بين الارض والمشتري ،واورانوس متوسطاً في الجرم بين زحل ونبتون . ولكنهما اصغر مما نتوقع . فاذا فرضنا انهما اصغر السيارات التي بقيت غازية بعد ما اصبحت السيارات الاخرى (عطارد والزهرة والارض من جهة ونبتون وبلوطو من جهة اخرى ، مائعة او متجمدة) فانهما اكثر السيارات تعرضاً للتقلص بانتشار طبقاتهما الخارجية في الفضاء . وعلى هذا يكون المريخ واورانوس بقايا كتلتين كبيرتين ، قضى بقاؤهما غازيين بعد تجمد او سيولة الارض ونبتون بأن يفقدا من جرمهما الغازيين — وهما اكبر اصلاً من جرمي الارض ونبتون — ما جعلهما اصغر من الارض ونبتون

في هذه النظرية من العناصر الفرضية ما يجعل القول بانها نظرية تامة قولاً متهوراً . ولكن جل ما يدعيه جينز انها تعلل معظم الحقائق المشاهدة ولم يوجّه اليها حتى الآن اعتراض خطير — وهذا لا يقال عن اية نظرية اخرى من النظريات التي وضعت لتعليل اصل النظام الشمسي ونشوئه

فاذا سلمنا بها وجب أن نسلم بمقتضياتها . ذلك ان النجوم في الفضاء قليلة جداً ، وبعيدة إحداها عن الاخرى ابعاداً شاسعة . فاننا اذا أخذنا ثلاث دقائق من الغبار ونثرناها في فضاء كاتدرائية كانت الكاتدرائية أشد ازدحاماً بها من الفضاء بالنجوم ! وعليهِ فينذر أن تقترب نجمة من اخرى اقتراباً يفضي الى العملية التي تكوّن بموجبها النظام الشمسي. فالسيارات والحياة ايضاً نادرة كل الندرة في الكون !

وقد نسر بهذه النتيجة او نقلق لها فبعض الناس يتغلب عليهم الشعور بالوحدة ويحسون بتجسم الخوف الذي تغلب على باسكال اذ تأمل الكون، ورحابتهُ الشاسعة . وبعضهم يُسَرُّ بها لانها في رأيه ترفع مقام الحياة الانسانية على الارض . فلما كنا نحسب كل نجمة مركزاً لنظام يعجُّ بأشكال الحياة ، كانت حياتنا في نظرنا تافهة ، لانها جزء ضئيل جداً من مجموع حياة الكون. ولكن الرأي الجديد يحملنا

على حسبان حياتنا على الارض جزءاً كبيراً من مجموع حياة الكون ، وبذلك يرتفع مقامها في نظرنا

***

اما الرأي الجديد الذي يقول بهِ الاستاذ رُس جن فيجمع فضائل الآراء القديمة ، ويجتنب — على قدر ما يستطاع الحكم الآن — اكبر اخطائها . فهو يبدأ بنجم دائرٍ على محوره ، ولكن النجم الدائر على محوره ، ليس من الامور التي يسهل تصورها ، لان النجم كتلة من الغاز المتوهج تبلغ حرارة سطحهِ بضعة آلاف درجة ، وحرارة باطنهِ بضعة ملايين ، ولا قوة للاحتفاظ بدقائقهِ متماسكة ، الاَّ قوة تجاذبها . ولكن ثمة قوى كهربائية تقاوم قوة التجاذب وتدفع النجم الى زيادة سرعة دورانهِ ، فيمضي في هذا السبيل الى ان يظهر فيهِ على سطحهِ انتفاخ ما يزال يكبر حتى ينشطر النجم الى اثنين على مثال ما يحدث في الحمَّار

ففي رأي جن حسابٌ لقوة جديدة ، تعرف بقوة ضغط الاشعاع . وقد اثبتت الآراء الطبيعية الحديثة ان للاشعاع سواء أكان ضوءاً او غير ضوءٍ ، ضغطاً . وهذا الضغط يبدو في المذنب مثلاً . فان الاشعاع المنطلق من نواة المذنب يضغط على الدقائق التي يتألف منها الذنب فيبعدها عن النواة . وقد قال ادنجتن ، اننا نستطيع ان نوجه شعاعة ضوء الى رجل فنطرحهُ على الارض بشدة ضغطها وانما يجب ان تكون قوة الضوء عظيمة جدًّا ، وانها اذا بلغت درجة القوة اللازمة لطرح الانسان على الارض بضغطها ، بحرقتهُ اولاً بحرارتها

فلننظر الآن في شطري النجم . ان سطحي الشطرين البعيدين احدهما عن الآخر ، اقل حرارة من سطحي الشطرين القريبين احدهما من الآخر ، لان السطحين البعيدين هما في الواقع سطح النجم قبل انشطاره ، وحرارتهُ تقدر بآلاف الدرجات . وأما سطحا الشطرين القريبين فهما قلب النجم قبل انشطاره ، وحرارة باطن النجوم تقدر بنحو ٤٠ مليون درجة . ولما كان سطحا الشطرين القريبين اشد حرارة فالاشعاع المنبعث منهما اقوى من الاشعاع المنبعث من السطحين البعيدين . واذاً توجد بين شطري النجم قوة تدفع احدهما عن الآخر . ومن الممكن ان تقوى قوة الدفع بفعل « ضغط الاشعاع » على قوة التجاذب بين الجرمين ، فيبعد احدهما عن الآخر . ونقول «من الممكن» قصداً لان مسألة الغلبة لقوة الدفع على قوة الجذب ، او لقوة الجذب على قوة الدفع ، تتوقف على بناء النجم الاصلي قبل انشطاره والاحوال التي وقع فيها الانشطار . فقد تقوى قوة الجذب على قوة الدفع فيبقى النجمان متجاورين يدوران حول نقطة واحدة وحينئذٍ يصبح النجم المنشطر ، نجماً مزدوجاً double star . اما اذا تفوقت قوة الدفع على قوة الجذب ، فيبتعد احد النجمين عن الآخر ويسير كلٌّ في سبيله . ولعلَّ الاشراق القوي الذي شوهد في «نوفابكتورس» سنة ١٩٢٥ وعقبهُ انشطار النجم او انتثاره ، تمَّ بالطريقة التي يصفها جن . اما ما يلي انشطار الشمس وتباعد الشطرين فيمكن تعليله بنظرية جينز وصحبه

بلوطو : السيار التاسع

ان نبأ الكشف عن سيار جديد أبعد من نبتون يثير عناية كبيرة في دوائر علم الهيئة بل وفي اندية العلم العامة بل وعند جمهور الناس لان كل اضافة جديدة الى مجموعة النظام الشمسي التي نحن احد اعضائها تهمُّ المثقفين منا بوجه خاص كما تهمنا شؤون واحد من افراد اسرتنا . وهذا الكشف ذو شأن كبير في علم الهيئة وخصوصاً ما يتعلق منهُ بنشوء النظام الشمسي . الى اي حد يتفق هذا السيار مع السيارات الاخرى من حيث بعده عن الشمس وجرمهُ وميله ووجود اقار تدور حوله وغير ذلك ؟ ومن غرائب الاتفاق ان اكتشافهُ وقع في ١٣ مارس (١٩٣٠) وهو تاريخ اكتشاف اورانوس سنة ١٧٨١ وسابق بيوم واحد لعيد ميلاد الاستاذ برسفال لول الاميركي الذي قضى شطراً كبيراً من حياتهِ معنيًّا بالبحث عن هذا السيار الذي وراء نبتون لمعرفة بعدهِ وقدرهِ وجرمهِ وسرعتهِ . وقد جاء في الاذاعة التي اذاعها الدكتور هارلو شابلي مدير المرصد بجامعة هارفرد الاميركية ان علماء الفلك في مرصد فلاغستاف بولاية ارزونا كانوا قد قضوا سبع اسابيع يرصدون جسماً سمويًّا من القدر الخامس عشر تتفق حركتهُ مع حركة السيار الذي يظن انهُ وراء نبتون كما يتفق على وجهِ التقريب مع السيار الذي تنبأ بهِ الاستاذ لول من بحثهِ في بقايا الاضطراب المشاهد في فلك اورانوس . ولما كان نبتون لم يتم الاَّ نحو ثلث فلكه منذ كشف الى الآن — لانهُ يتم دورتهُ حول الشمس في ٨ر١٦٤ السنة — فأرصاد اورانوس كانت اصلح من ارصاد نبتون للبحث في عناصر السيار الجديد

ولا بدَّ هنا من العودة الى الطريقة التي كشف بها عن السيار نبتون لانها من الغرائب العلمية التي تأيدت بها حقائق الفلك بل انها من انصع الصفحات مجداً في تاريخ ارتقاء العلوم

كشف هرشل عن السيار اورانوس سنة ١٧٨١ ولدى البحث في الارصاد القديمة ثبت ان هذا السيار كان قد رصد كثيراً في القرن السابق للكشف عنهُ . ولكن بوڤار وجد سنة ١٨٢٠ ان الارصاد القديمة المدوَّنة عنهُ لا تتفق مع الارصاد الجديدة ولما وضع جداوله ضرب بالارصاد القديمة عرض الحائط حاسباً ان الخطأ فيها صادرٌ عن مدوّنها . ولكنهُ لم يلبث ان رأى الخطأ يتطرق الى جداولهِ وارصاده ايضاً حتى بلغ معظمهُ سنة ١٨٤٤ . فعني المستر بسل باصلاح هذا الخطإ بزيادة ما هو مقدَّر لجرم زحل لان هذه الزيادة تحدث هذا الفرق في رأيهِ . ولكن لم يلبث ان ظهر لهُ ان الجرم الذي يجب تعيينهُ لزحل لكي يعلل هذا الخطأ اعظم مما يسلم بهِ العلم . فعدل عن ذلك . والمرجح ان تعليل هذا الخطإ بسيار خارج اورانوس جال في خواطر بوڤار وبسل وغيرهما ولكن اول من اعتقد في ذلك وصرَّح بضرورة البحث عن مكان هذا الجسم كان القس هسي الانكليزي من هواة علم الفلك . ففي سنة ١٨٣٦ كتب رسالة الى السر جورج آري العالم الفلكي يطلب فيها رأيهُ في الموضوع ويتبرع بالبحث عن هذا السيار اذا قدَّر احد العلماء موقعهُ بالحساب

الرياضي . فأجاب آري بأنهُ لم يقتنع بعد بأن هناك جسماً خارجيًّا يحدث هذا الاضطراب في فلك اورانوس . وعني بوفار مع ابن اخيهِ بالمسألة حوالي سنة ١٨٣٧ ولكنهما لم يبلغا فيها حدًّا بعيداً

وفي سنة ١٨٣٥ كان الهر نقولاي مدير مرصد مانهيم يتحدث عن مذنب هالي فذكر ظنهُ بأن هناك سيّاراً وراء اورانوس يؤثر في المذنب كما يدلُّ على ذلك الفرق بين ارصاد المذنب القديمة والارصاد الجديدة . وفي سنة ١٨٤٣ اعلنت جمعية العلوم الملكية بغوتنتجن انها تمنح مبلغاً من المال لاول من يضع نظرية كافية لتعليل حركات اورانوس وعينت شهر سبتمبر سنة ١٨٤٦ لنهاية المباراة . وقد جاءَ في بعض المدوَّنات ان بسل زار انكلترا في سنة ١٨٤٢ وفيما هو يتحدث مع السر جون هرشل الفلكي المشهور أعرب عن اقتناعه بأن سيّاراً غير معروف يحدث الاضطراب المشاهد في فلك اورانوس . وعليهِ فالمسألة كانت حينئذٍ قد بلغت الحدّ الذي تحتاج عنده الى عالم رياضي بارع يكبُّ عليها ليحلّها . وقد وجد هذا الرجل في شخص جون كوتش ادمز وكان حينئذٍ طالباً بكلية سانت جون بجامعة كمبردج فانهُ أكبَّ على حلّ هذه المعضلة الرياضية الفلكية سنة ١٨٤٣ فوجد حالاً ان الاضطراب في فلك اورانوس يمكن تعليله بسيار يدور حول الشمس على ما يقضي بهِ ناموس بود (Bode) . وقضى السنتين التاليتين في درس اهليلجية فلكه . وفي سبتمبر سنة ١٨٤٥ بعث بنتائج مباحثهِ الى الاستاذ جيمز تشالس . وفي أول نوفمبر أرسل العناصر التي كشفت عنها مباحثهُ الرياضية الى الفلكي آري قائلاً ان الاضطراب في فلك اورانوس يمكن تعليلهُ بوجود سيّار وصف عناصره — أي بعده عن الشمس وجرمهُ وأهليلجية فلكهِ الخ . وكان اراجو قد اقترح هذا البحث الرياضي الفلكي على لفريه الفلكي الفرنسي ، الذي كان قد سبق لهُ وضع رسائل في علم الفلك النظري نالت اعجاب العلماء . ونشرت رسالتهُ الاولى التي تليت في الاكادمية الفرنسية في ١٠ نوفمبر سنة ١٨٤٥ أي بعيد وصول رسالتي ادمس الى الاستاذ تشالس والفلكي آري . على ان مباحث لفريه كانت أتمَّ من مباحث ادمز . ولما رأى آري ان العناصر التي يعينها ادمز للسيَّار الجديد تتفق مع العناصر التي يعينها لفريه تقريباً اقترح على الاستاذ تشالس في ٩ يوليو سنة ١٨٤٦ البحث عن السيَّار بالتلسكوب . وبدأ تشالس رصدهُ في ٢٩ يوليو سنة ١٨٤٦ وكان يلزم ان ترصد كل بقعة ظنَّ وجود السيَّار فيها مرتين لتعيين موقع كل نجم فيها وموازنتها بالنجوم في الازياج المعروفة حتى يكشف عن اي نجم او سيَّار بينها ليس معيناً لهذه البقعة في الازياج

وفي ٣١ اغسطس سنة ١٨٤٦ بعث لفريه برسالتهِ الثانية الى الاكادمية الفرنسية في موضوع السيار الذي وراءَ اورانوس وفي ١٨ سبتمبر سنة ١٨٤٦ كتب الى الفلكي غال وكان المساعد الاول في مرصد برلين مقترحاً عليهِ البحث عن هذا السيار . فتسلّم الرسالة في ٢٣ سبتمبر وعرضها على مدير المرصد فوافق هذا على اجراء البحث وطلب المسيو داره D'Arrest التلميذ بالمرصد ان يعاون الوكيل في ارصاده فأذن لهُ في ذلك . واليهِ يعود جانب من الفضل في اكتشاف السيّار لالحاحهِ في

الموازنة بين النجوم المرصودة والنجوم التي في احـد الازياج المطوية في درج مهمل ، بعد ما كاد الوكيل يقرر الكف عن البحث . وكذلك اكتشف السيَّار نبتون في مساء ٢٣ سبتمبر سنة ١٨٤٦. وقد ثبت بعدئذٍ ان تشالس رصده في ٤ اغسطس ولكنهُ لم يعرف انهُ هو السيار المنشود

وقد اختلف الباحثون في نسبة هـذا الاكتشاف . هل ينسب الى ادمز السابق في عمل الحسابات اللازمة وعرضها على اثنين من رجال العلم او ينسب الى لفريه السابق في نشر حساباتهِ ! هل ينسب الى الثاني لان غال الذي ارسل لفريه تعليماتهِ اليهِ توفّق في الكشف عن السيّار ولا ينسب الى الاول لان تشالس رصده قبلما تصل تعليمات لفريه الى غال ولم يعرف انهُ هو ؟ والمشهور الآن ان ادمس ولفريه قسيمان في شرف الكشف عن السيار نبتون بالطرق الرياضية البحتة كلٌّ على حدة

نعود الآن الى السيّار الجديد . من المسائل الفلكية المهمة التي لا بدَّ من توجيهها فيما يرتبط بالسيَّار الجديد هي الآتية : هل ينطبق ناموس بود [1] على هذا السيار في بعده عن الشمس كما ينطبق على كل السيارات الاخرى — ما عدا نبتون [2] — ؟ يتعذر تعيين معنى هذا السؤال لأن ناموس بود لا ينطبق على نبتون . فقد جاء في الحسابات الرياضية ان بعد نبتون عن الشمس يجب ان يكون ٣٨٫٨ وهذا ينطبق على ما يقتضيهِ ناموس بود ولكن بعده الحقيقي ٣٠٫١ والمرجح ان افضل ما نعمد اليهِ في هذه الحال هو القول بأن ناموس بود يتغير بعد اورانوس [3]

اما لمعان السيار الجديد فضعيف جدًّا وهذا يستطاع تعليله بضعف حرارتهِ اذا ثبت ان حرارتهُ اضعف من حرارة نبتون . ولما كان سياراً صغير الحجم فالمرجح ان حرارتهُ الاصلية قد ضاعت في الفضاء وما يصله من نور الشمس وحرارتها على هذا البعد الشاسع قليل جدًّا وعليهِ فقد تكون غازاتهُ تحولت من الحالة الغازية الى الحالة السائلة فصغر بذلك قرصهُ صغراً لا يمكن استنتاجهُ من معرفة جرمهِ

وقد رُصد هذا السيار اولاً في ٢١ يناير سنة ١٩٣٠ ولكن علماء مرصد جبل ولسن ظلوا يرصدونهُ الى ١٣ مارس حتى تثبتوا منهُ . ومن اصعب المسائل المرتبطة بهِ معرفة جرمهِ . وقد كانت هذه المسألة هينة فيما يتعلق بالسيار نبتون لانهُ لم ينقض بضعة اشهر على اكتشافهِ حتى اكتشف لاسل قمره فسهل بذلك حساب جرمهِ . ولكن الخوف هنا ان لا يكشف عن قمر للسيار الجديد اكبر من القدر الحادي والعشرين وتصوير جسم من هذا القدر متعذر اذا كان في جوار جسم اكبر منهُ شديد اللمعان بالنسبة اليهِ . واذا لم يكشف عن قمر له فيجب العودة في تقرير جرمهِ الى درس الاضطراب في فلكي نبتون واورانوس درساً اكثر تدقيقاً من قبل . وقد ثبت ان السيار الجديد يسير في الفلك الذي عينه الاستاذ لول — فالتنبؤ بهِ واكتشافهُ من الاعمال العلمية الجديرة بكل اعجاب

(١) اذا كتبت سلسلة من الارقام كل رقم منها ٤ واضفت الى الثاني منها ٣ والى الثالث ٦ والى الرابع ١٢ والى الخامس ٢٤ وهكذا وقسمت المجموع على عشرة كان لديك ارقام تدلك على نسبة بعد السيارات عن الشمس . هذا الناموس اكتشفه تيتيوس الوتنبرجي واذاعه الفلكي الالماني بود فعرف باسمه (٢) للدكتور كروملن في نايتشر ٢٢ مارس ١٩٣٠ صفحة ٤٥٠ (٣) للدكتور جاكسن في نايتشر ٢٢ مارس ١٩٣٠ صفحة ٤٥١

سر حرارة الكواكب

ألوان النجوم وحرارتها

الشمس ، وجميع النجوم ، آلات مولدة للحرارة ، تستمدُّ الطاقة من مصدر داخلي ثم تحوّلها حرارةً وتطلقها في الفضاء فتذهب بلا رجعة على ما نعلم او على ما نستطيع ان نتصوّر . وسرعة هذا الفعل اشد من ان يدركها عقل تعوّد المقاييس والمعايير الكبيرة . واذا حاولنا ان نصفها بألفاظ هندسية ، نبتْ محاولتنا عن القصد . ولكن اذا تذكرنا ان نظرية النسبية تقضي بأن الحرارة ، ككل شكل من اشكال الطاقة ، لها وزن نستطيع قياسهُ، صحَّ ان نقول رطل من الحرارة كما نقول رطل من اللحم . ولكنّ رطل الحرارة قدر عظيم جدًّا يكفي لتحويل ٣٠ مليون طن من الصخر البارد الى لابة متوهجة اذا استطعنا استعماله كله ، او هو كاف لتجهيزنا بقوة مليوني حصان مدة سنةٍ تقريباً . ومع ذلك فالشمس تشع ٤٢٠٠٠٠٠ طن من الحرارة كل ثانية ، وما زالت تفعل ذلك من الف مليون سنة او اكثر . فما هو المصدر الذي تستمدّ منهُ الشمس هذه الطاقة العظيمة التي لاتكاد تنفد؟ والمقرّر عند العلماء اننا لا نعرف فعلاً كيماويًّا على الارض يستطيع ان يولد جزءًا من مليون جزء من هذه الطاقة ، وان الطاقة الجاذبية التي تنطلق من الشمس بانكماشها ، لا تعلّل الاّ بضعة اجزاءٍ في المائة منها ، فلا بدَّ من حدوث شيءٍ في مادة الشمس — في الذرّات التي تتركب منها — يجعلها تفقد من مجموع كتلتها ٤٢٠٠٠٠٠ طن في الثانية . فأما ان الذرّات تتلاشى واما ان طوائف كبيرة منها تتحوّل تحوّلاً يزيد مجموع كتلتها

***

كلا الفعلين — فعل البناءِ وفعل الانحلال — ممكن بحسب قواعد علم الطبيعة الحديث ، فمن المستطاع، في احوال معينة وان كانت نادرة ، ان يلتقي بروتون والكترون فيلاشي احدهما الآخر ، تاركين شرارة من الاشعاع حاملة الطاقة التي تمثل مجموع كتلتيهما المتلاشيتين . وهكذا تستطيع النجوم ان تمضي في تلألئها المتناقص بفناء مادتها . وأما الفعل الآخر فهو نقيض ذلك — وهو البناء والتركيب. فذرة الايدروجين وهي اخف ذرات العناصر وأبسطها تركيباً مبنية من بروتونٍ واحدٍ والكترون واحد وأما ذرات العناصر الاخرى — وهي اثقل منها وزناً — فمبنية من نواة والكترونين او اكثر ، والنواة مؤلفة من بروتونات والكترونات متحدة على وجهٍ لم يفهم كل الفهم بعد. وعدد الالكترونات في النواة وحولها يعادل عدد البروتونات في النواة ، فكأنّ ذرات العناصر الثقيلة مبنية من ذرات ايدروجين . ولكن وزن النواة في العناصر الثقيلة يفوق دائمًا وزن العدد المقابل من ذرات

الايدروجين . اي انهُ في اثناء اتحاد بضع ذرات ايدروجين لتكوين ذرة عنصر ثقيل يضيع جانب من وزنها في الاتحاد . فأين ذهب ؟ المنتظر انهُ تحوَّل اشعاعاً !

فاذا كنا نستطيع ان نحوّل رطلاً من الايدروجين الى ذرات عناصر ثقيلة ، انطلقت في اثناء العمل طاقة قدرها مائة الف حصان مدة ستة اسابيع . واذا كانت الشمس مركبة اصلاً من الايدروجين فتحوّله المستمر الى ذرات عناصر ثقيلة يكفي ان يجعل ضوء الشمس ما هو الآن مائة الف مليون سنة . واذا كان احد هذين الفعلين — فعل التلاشي وفعل بناء الذرات الثقيلة من ذرات الايدروجين — جارياً في الشمس فالمنتظر ان كتلتها وضياءها لا ينقصان الاَّ قليلاً جدًّا في مدى الزمن الجيولوجي اي من حين جمدت الارض — وعلماء الطبيعة الفلكية يسلمون باحتمال احد هذين الفعلين او كليهما معاً

ولكن تفصيل ذلك ظلّ غامضاً الى عهد قريب . فنحن نعلم ان الذرات ، في احوال عادية ، هي اشياء مستقرة البناء ، صعبة التحويل . نعم ان ذرات العناصر المشعة تتفتت من تلقاء ذاتها ، فتطلق طاقة كبيرة في حد ذاتها ، الاّ ان طاقتها ضئيلة جدًّا ازاء الطاقة التي تنجم عن بناء ذرات عناصر ثقيلة من ذرات الايدروجين . ولكن العناصر المشعة قليلة على الارض ونادرة في الشمس حتى لا تظهر خطوطها في طيفها . فالحرارة التي يمكن استخراجها من جميع المصادر التي في داخل الارض ضئيلة جدًّا والاَّ كان ما يشع منها كافياً لجعل الارض تتألق حمرة

وكل الباحثين متفقون على ان فعل انطلاق الحرارة من داخل الشمس وغيرها من النجوم اسرع في قلب النجم حيث تكون الحرارة عالية ، منهُ في مادة باردة جامدة من نفس التركيب . فيبدو لاول وهلة كأن هذا الفعل يجعل تركيب النجم عديم الاستقرار ، مضطرباً كل الاضطراب لان الحرارة التي تتولد في قلبهِ تستغرق وقتاً طويلاً في الوصول الى سطحهِ . وما يتولد من الحرارة داخله يجب ان يعدل تعديلاً مستمرًّا مع ما يشع منهُ ، فاذا زادت حرارة قلب النجم عشراً ، صارت الحرارة المولدة فيهِ اعظم من الحرارة المنطلقة من سطحهِ ، فتطرد زيادة الحرارة في قلبهِ الى ان تنتهي بانفجار عظيم

ولا بدَّ من حدوث فعل كهذا لو انهُ قضي على النجم ان لا يغير حجمهُ قط ، والواقع ان النجم يتمدد اذا زادت حرارتهُ الداخلية وضغطهُ الداخلي . وعند ما يتمدد يزيد ما يشع منهُ من الحرارة . وقد دلّت الحسابات الرياضية الدقيقة ان الابتراد الناشىء عن التمدد ، يترك النجم اقل حرارة مما كان عليهِ قبل زيادة حرارتهِ الداخلية ، وهكذا يفعل التمدد فعل صمام يصرف فيهِ خطر الانفجار . على ان التمدد الاول يكون عظيماً فيعقبهُ تقلُّص وهذا يجعل هذا الطراز من النجم كأنهُ بلونٌ يتمدد ويتقلص بالنفخ ، والنجوم المتغيرة — المعروفة بالنجوم القيفاوية — تتصرف ، او يبدو كأنها تتصرف على هذا المنوال

ويرى السير جيمز جينز ان تولد الحرارة يجب ان يسند الى انحلال ذرات عناصر ثقيلة معقد البناء على نحو انحلال ذرات الراديوم وغيره من العناصر المشعة في الارض ، فتنطلق طاقة منها في اثناء انحلالها . ولم يحاول احد من العلماء المحدثين ان يعال حرارة الشمس — والنجوم — بفعل بناء الذرات الثقيلة من الذرات الخفيفة ، قبل الاستاذ اتكنسن احد علماء جامعة رتجرز الاميركية في رسالة حديثة له

***

القاعدة التي تقوم عليهـا نظرية اتكنسن هي مبادىء الميكانيكيات الموجية في بناء الذرات ونواها . فقد وجد بالحساب الرياضي العالي انهُ في حرارة تبلغ ١٠ ملايين درجة بميزان سنتغراد قد يصطدم بروتون طائر بنواة ذرة خفيفة (اي ذرة عنصر خفيف) اصطداماً يجعلهُ ان يلصق بها . فتتولد كذلك نواة ذرية جديدة ، اكبر وزناً وأعظم شحنة كهربائية . وكذلك تبنى ذرات عناصر ثقيلة من ذرات عناصر خفيفة . ففي احوال — كالاحوال التي في داخل الشمس — لا تلبث ذرة من الهليوم اكثر من بضع ثوان قبل ان يصدم نواتها بروتونٌ تائه فيلصق بها ، فتتولد كذلك ذرة ليثيوم (وزن الليثيوم الذري ٥) ثم تتولد بالطريقة نفسها ذرات من عنصري البريليوم والبور وغيرها . فاذا بلغ البناء مرتبة ذرة الاكسجين طالت المدة قبل بناء عنصر اثقل منهُ الى ملايين السنين — في حين انها بين الهليوم والليثيوم بضع ثوان فقط — وهكذا يصبح بناء ذرات العناصر الثقيلة — فوق عنصر الاكسجين — عملاً بطيئاً جد البطء

فاذا كان هذا كل ما هنالك في المسألة ، فلا بدَّ ان يأتي يوم في حياة كل نجم ، تتحول فيهِ ذرات الهليوم وغيره من العناصر الخفيفة الى كربون ونتروجين واكسجين وغيرها . ولكن ثمة ما يحملنا على الاقتناع بأن ذرة احد نظائر البريليوم (وزنهُ الذري ٨) غير مستقرة البناء و تنحل نواتها الى نواتين من ذرات الهليوم . وهكذا يتكون قدر جديد من الهليوم تبنى منهُ العناصر التي اثقل منهُ . والمفروض ان المادة الاصلية هي ـ او معظمها ـ ايدروجين ومنهُ يبنى الهليوم ومن الهليوم العناصر الاخرى . وفي اثناء البناء تنطلق الطاقة التي تقابل مقدار المادة المتلاشي فيهِ . اما العناصر الثقيلة كالصوديوم وما هو اثقل منهُ فلا تكون مقادير كبيرة منها قد تكونت بهذا الاسلوب ، لطول الفترة التي تنقضي قبلما يصطدم بروتون طائر بنواة ذرة من العنصر السابق له . لانهُ مرَّ بنا انهُ كلما ثقل العنصر طالت هذه الفترة حتى بالنسبة الى حياة النجم الطويلة . وعليهِ فلا بدَّ من تعليل ، وجود العناصر الثقيلة في الشمس ـ والكواكب ـ بفعل طبيعي آخر . وما تحتمهُ هذه النظرية تحتيماً نظريًّا يتفق مع ما هو مشاهد في النجوم مما لا يتسع المقام للتبسط فيهِ . ويقدر الاستاذ اتكنسن ان الحرارة اللازمة في داخل اي شمس لتبقى متألقة مشعة بفعل بناء الذرات هي درجة ٢٠ مليون وهذا يتفق مع تقدير ادنغتن . ولا بدَّ ان تسلخ سنون عديدة قبل

الوصول الى معرفة النتائج التي تسفر عنها هذه النظرية الجديدة . والمرجح انها سوف تعدل ومع ذلك تظل من اهم الخطوات التي خطاها العلم في محاولة تعليل تولد الحرارة في قلب الشمس والنجوم بوجه عام ، تعليلاً يفسر كثيراً من الامور التي لم يدرك لها وجه من قبل

***

وعلى ذكر هذه النظرية الجديدة نشير الى التجربة الخطيرة التي اجراها الدكتور ولتر بوث Bothe الالماني . فانها تتفق ومعظم ما جاء في نظرية اتكنسن . ذلك انهُ تمكن من توليد اشعة غمّا — وهي احد الاشعة المنطلقة من ذرة الراديوم وأقصرها امواجاً وأشدها نفوذاً — باطلاق دقائق الفا على ذرات معدن البريليوم وهو معدن خفيف كالالومنيوم تقريباً . فكانت النتيجة ان الدكتور بوث حصل في هذه التجربة على طاقة — في شكل اشعة غما — تفوق طاقة دقائق الفا التي اطلقها على ذرات البريليوم . وهذا يعلّل بأن دقائق الفا لم تحل ذرات البريليوم بل ركبت منها فعلاً ذرات عنصر اثقل وزناً من البريليوم — وهو عنصر الكربون ، وانهُ في اثناء تكون ذرات الكربون انطلقت طاقة في شكل اشعة كونية لطيفة . ولا يخفى ان مليكن يعلل الاشعة الكونية بتكوّن العناصر الثقيلة في الفضاء من العناصر الخفيفة . فاذا صحَّ هذا وجب ان تجدد العناية بمحاولة اطلاق طاقة الذرات بهذه الطريقة الجديدة . ولكن الحائل العملي دون تحقيقها هو ان دقيقة واحدة من خمسين الفاً من الدقائق التي اطلقت على ذرات البريليوم اصابت هدفها . ومع انهُ قد يوجد امكنة في الكون حيث يجري هذا الفعل في احوال طبيعية ، لا يميل العلماء الى التفاؤل بامكان جعل الطريقة الجديدة مزاحماً للفحم والبترول والماء المنحدر

واذا كانت الاحوال في الشمس مواتية لها فيمكن تعليل حرارة الشمس وضوئها بتركيب العناصر الثقيلة من العناصر الخفيفة بدلاً من التعليل المسلم بهِ الآن وهو تحول المادة الى اشعاع

الوان النجوم وحرارتها

اذا راقبنا السماء في ليلة ليلاء صافية الاديم لا سحاب فيها ولا ضباب ظهرت نجومها متألقة كالمصابيح الكهربائية ونور اكثرها ابيض ناصع البياض كالشعرى او ابيض ضارب الى الزرقة كالنسر الواقع او ضارب الى الصفرة كالعيوق او اصفر فاقع كالسماك الرامح او احمر كمنكب الجوزاء وقلب العقرب . والظاهر ان لون بعض النجوم غير ثابت فقد قال بطلميوس وغيره من الاقدمين ان لون الشعرى احمر ولكن الصوفي لم يذكرها بين النجوم الحمر كأن حمرتها قد زالت في عهده . ولونها الآن ابيض ناصع او هو مائل الى الزرقة قليلاً

وأشد النجوم حمرة قلب العقرب واسمهُ باللاتينية Antares ويقال انهُ سمي كذلك تشبيهاً لهُ

بالمريخ او ظنّا انهُ هو نفس المريخ لان اسمه مركب من كلمتين Anti ومعناها بدل و Ares ومعناها المريخ . واكثر النجوم الحمر اصغر من ان يرى بالعين لبعده الشاسع . وبعضها من النجوم المتغيرة فاذا زاد اشراقهُ ظهر برتقاليًا . وبعض النجوم الحمر لا تتضح حمرتهُ الاَّ اذا قوبل بغيره من النجوم البيض . اما النجوم الخضر والزرق فقليلة العدد وهي غالباً من النجوم المزدوجة

نظر الانسان من اقدم الزمان الى النجوم فاسترعى نظره هذا الاختلاف في الوانها . ولكن العلم لم يعالج تعليل هـذا الاختلاف الاَّ في بداءة هذا القرن ، فظن اولاً ان النجوم البيض هي اشد حرارة من النجوم الحمر على مثال ما نراه في الحديد الحامي ، فان الحديد الحامي الى درجة البياض اشد حرارة من الحديد الحامي الى درجة الحمرة . وقبل اقامة هذا الظن مقام الحقيقة العلمية المؤيدة بالدليل ، وجب على العلماء تحقيق امرين

اما الامر الاول فاستنباط وسيلة لقياس الوان النجوم قياساً دقيقاً للتفرقة بين ظلال الالوان . وأما الامر الثاني فوضع نظرية يرتبط فيها بين لون جسم متوهج وحرارة سطحهِ . وقد عالج العلامة الالماني مكس بلانك هذا الموضوع ، فخرج من بحثهِ بنظرية الكم او المقدار Quantum المنجبة في الطبيعة الحديثة ، وبقاعدة علمية تمكن الباحث من معرفة الضوء الصادر من جسم مشع ولون الضوء اذا عرف حجم الجسم وحرارتهُ . فاذا عكس العمل امكن معرفة حرارة الجسم المشع من معرفة لونهِ ، اذا توافرت لدى الباحث الحقائق اللازمة . واستعين على تحقيق الامر الاول باستعمال اللوح الفتوغرافي مدداً للعين المجردة في تبين ظلال الالوان . وقد رتبت النجوم التي درست من هذه الناحية في جدول وبوّبت في ابواب ، مهر كل باب منها بحرفٍ اصطلحوا عليهِ والحروف هي O, B, A, F, G, K, M. وكل منها يشير الى لون معيّن فالحرف O يدلُّ على اللون الازرق والحرف M يدلُّ على اللون الاحمر والحروف التي بينهما تدل على ظلال الالوان التي بين الازرق والاحمر . فاذا كان نجم ازرق مائلاً الى الخضرة وضع الى جانب الحرف O (وهو الحرف الذي يدل على الازرق) رقم صغيرٌ يدل على مقدار الميل الى الاخضر . فاذا قيل ان لون النجم كذا من باب ٢ O عرفنا ان ميله الى الاخضر قليل واذا قيل انهُ من باب ٧ O عرفنا انهُ اقرب الى الاخضر منهُ الى الازرق . والظاهر ان النجوم الزرق (باب O) قليلة لا تزيد على عشرين نجماً من كل النجوم التي فوق القدر السادس

اذا قلنا ان الحديد بلغ درجة الحمرة او درجة البياض ، عنينا انهُ بلغ درجة من الحرارة يشعُّ عندها ضوءًا أحمر او ضوءًا ابيض . فاذا شعّ الكربون ضوءًا احمر متى بلغت حرارتهُ ثلاث آلاف درجة مئوية ، شعَّ التنغستن كذلك هذا الضوء متى بلغت حرارتهُ هذه الدرجة . فلكل لون من الالوان — ولكل طول من اطوال الموجات — درجة معيّنة من الحرارة متصلة بهِ . فاذا حلّلت الضوء الصادر من الكربون او التنغستن عند احمائهما الى ٣٠٠٠ درجة مئوية كانت الامواج الغالبة

في الطيف أمواج اللون الاحمر . فقبيل بلوغ حرارة الجسم الدرجة المعيّنة من الحرارة تبدأ الامواج الخاصة بتلك الدرجة تكثر في الطيف

اذن فلكل لون من الوان الضوء — او لكل ضرب من ضروب الاشعاع من حيث طول الامواج — درجة معينة من الحرارة متصلة بهِ ، فيكثر ذلك اللون في الاشعاع الصادر منهُ اذا بلغ الجسم تلك الدرجة من الحرارة ، فالجسم الذي احمي الى درجة الحمرة تتفوق امواج اللون الاحمر في اشعاعهِ على امواج الالوان الاخرى فيبدو احمر اللون للعين

فاذا بدا نجم من النجوم احمر اللون للعين ، صحّ ان نقول ان حرارة سطحهِ تبلغ درجة الحمرة. فاذا كان لون نجم آخر لون الضوء الكهربائي المنبعث من قوس كربوني صحّ ان نقول ان حرارة سطحهِ من رتبة حرارة الضوءِ القوسي . كذلك يقدّر العلماء درجة الحرارة على سطوح النجوم . ولكن الواقع ان بحث الفلكي اشدّ دقةً من المثل الذي ضربناه . فهو لا يعتمد فقط على العين المجرّدة في تقدير درجة الحمرة او درجة الصفرة او درجة البياض . وانما يأخذ الضوء الواصل الينا من نجم ما ، ويحله بالسبكترسكوب (آلة الحلّ الطيفي او المطياف) فيعرف نسبة الالوان المختلفة في طيفهِ .وأيها المتفوق . ثم يبني تقديره لحرارة سطحهِ على معرفتهِ لنسبة الالوان في الضوءِ المحلول

اشرنا قبلاً الى قاعدة پلانك التي تمكنك من معرفة حرارة الجسم اذ عرفت لونهُ . ذلك ان پلانك اخذ الاشعاع الصادر من جسم على درجات مختلفة من الحرارة هي ٣٠٠٠ و ٤٠٠٠ و ٥٠٠٠ و ٦٠٠٠ درجة مئوية ووضع رسماً بيانيًّا بنسبة الأُلوان المختلفة في الاشعاعات الاربعة . واللون في الطبيعة هو طول الموجة . فالاشعاع الصادر من جسمٍ حرارتهُ ٦٠٠٠درجة مئوية تكثر فيهِ الامواج التي طولها ٤٨٠٠ أنْغستُرُمْ Angstrom (الانغسترم هو جزءٌ من ١٠٠،٠٠٠،٠٠٠ جزءٍ من السنتمتر). فاذا حللنا الضوء الصادر من جسم مضيءٍ ووجدنا كثرة امواجهِ طولها ٤٨٠٠ انغسترم حكمنا ان حرارتهُ من رتبة ٦٠٠٠ درجة مئوية ويؤخذ من درس اشعاع الشمس ان حرارة سطحها من هذه الرتبة

وثمة طريقة اخرى لمعرفة درجة الحرارة في سطح نجم من النجوم . ذلك ان بعض الخطوط التي تظهر في طيف الضوء الصادر من سطح النجم ، سببها ذرات جرّدت من الكترون او اكثر ، من الكتروناتها ، بفعل الحرارة في الجوّ الذي يحيط بالنجم . ولما كان العلماء يعرفون درجة الحرارة التي عندها ينفصل الكترون عن ذرته ، فحرارة سطح النجم يمكن ان تستنبط حينئذٍ

ويتّصل بهذا الموضوع البحث في مقدار الاشعاع الصادر من النجوم ، من كل سنتمتر مربّع من سطحها . وهو متصل في المقام الاول بدرجة الحرارة . فارتفاع درجة الحرارة يقتضي ازدياد مقدار الاشعاع فاذا ضوعفت الحرارة على سطح نجم زاد ما يشعّهُ ١٦ ضعفاً لا ضعفين . فالاشعاع من كل سنتمتر مربع يختلف كمربع الحرارة . فنجمٌ حرارة سطحهِ ٣٠٠٠ درجة مئوية—اي نصف

حرارة سطح الشمس — لا يشعّ السنتمتر المربع من سطحهِ الاّ $\frac{1}{٣٢}$ مما يشعهُ السنتمتر المربع على سطح الشمس . على ان اشعاع كل نجم خليط من الحرارة والضوء والاشعة التي وراء البنفسجي ونسبة هذه العناصر بعضها الى بعض تختلف باختلاف حرارة النجوم . فاذا كانت حرارة النجم واطئة كان معظم اشعاعهِ من الاشعة التي تحت الاحمر وهي اشعة حرارة . لذلك ترى ان نجماً حرارة سطحهِ ٣٠٠٠ درجة مئوية ، لا يشعُّ $\frac{1}{١٦}$ من جزءٍ من ضوءِ الشمس — لان حرارة الشمس ضعف حرارتهِ — بل يشعّ اشعة حرارة اكثر منها . وهذا يدلّ على ان تقدير كل ما يشعّ من احد النجوم لا يمكن ان يقاس بلمعانهِ الظاهر فالنجم الذي حرارتهُ ٦٠٠٠ يشعّ اشعاعاً معظم امواجه من امواج الضوء الذي يرى . اما النجم الذي حرارتهُ ٣٠٠٠ درجة فيشع اشعاعاً معظم امواجه من امواج الحرارة التي لا ترى. ولو ان اعيننا تحوّلت بمعجزة إلهيّة حتى تصبح قادرة ان ترى كلّ ضروب الاشعاع التي تخفى عليها الآن — الاشعة التي تحت الاحمر او وراء البنفسجي — لتغير منظر القبة الزرقاء في نظرنا كل التغيُّر. ذلك ان منكب الجوزاء وقلب العقرب وهما نجمان في المرتبة الثانية عشر والمرتبة السادسة عشرة من الاشراق ، يصبحان اشد النجوم اشراقاً في الفضاء حتى ليفوقا الشعرى . وفي صورة هرقل نجم صغير يفوقهُ في اشراقه ٢٥٠ نجماً فيصبح السادس بين النجوم اشراقاً . ذلك ان هذه النجوم الثلاثة تصدر اشعاعاً من الضرب الذي لا يرى بالعين المجردة الآن . فاذا اتيح للعين رؤية كل انواع الاشعة تبينت عظمة الاشعاع الصادر من هذه النجوم

قصة رفيق الشعرى

ليس « رفيق الشعرى » اسم رجل من رجال الحبّ المشهورين كابن ابي ربيعة ودون جوان ولا هو من ابطال اصحاب الخيال في الآداب العالمية كهملت والملك لير وغيرهما في مآسي شكسبير ، وكجان فلجان وداڤيد كوپرفيلد واندره كورنليس وبَيت في روايات هوغو ودكنز وبورجوى وسنكلير لويس . بل ان رفيق الشعرى لا يمتُّ الى الانسانية الاَّ بحبل ضئيل من الضوء لا تتبيّنهُ الاَّ عدسة التلسكوب ، لانهُ نجم صغير لا تراهُ العين المجرّدة على مقربة من الشعرى اليمانية في كوكبة الكلب الاكبر . ومع ذلك له قصة تجتمع فيها نواحي بعض القصص البوليسية من بحث عن «غامض» والمكر والدهاء في استجلائهِ . والشعرى ابهى الكواكب في القبة الزرقاء ، ولذلك رصدها علماء الهيئة من اقدم العصور واستعملوها كما استعملوا غيرها من الكواكب المتألقة لضبط الوقت . ولكن ثبت لدى مراقبتها وموالاة رصدها انها لا تصلح لضبط الوقت قط ، لأنها تتقدم في شروقها وغروبها رويداً رويداً في بعض السنين ثم تتأخر في الاخرى . وفي سنة ١٨٤٤ فسّر بسل Bessel سبب هذا الاختلاف بقولهِ ان الشعرى تسير في فلك اهليلجي . واذا كانت تسير فعلاً في فلك اهليلجي فلا بدَّ من وجود جسم في احد محترقي هذا الفلك تدور حوله . وعليهِ قال العلماء بوجود كوكب مظلم داخل ذلك الفلك لم يرَهُ احد من قبل ومن المشكوك ان احداً في اواسط القرن الماضي كان يظنُّ ان رؤيتهُ مستطاعة . ودعي هذا الكوكب برفيق الشعرى . ويظن السر ارثر ادنغتن انهُ اول كوكب خفيّ عن الابصار اعترف العلماء بوجوده . ومع ذلك لا يصح ان يحسب وجود كوكب كهذا من قبيل الفَرْض . فخواص المادة الميكانيكية اهم جدًّا من مجرّد كونها ظاهرة لعين الانسان — اي انظهورها لعين الانسان او عدمهُ لا يمكن ان يؤخذ دليلاً على وجودها او عدمهِ . فاننا مثلاً لا نستطيع ان نحسب وجود لوح زجاجي صافي الاديم وجوداً فرضيًّا لاننا لانستطيع ان نرى الزجاج. واذاً سلّم العلماء بوجود شيءٍ على مقربة من الشعرى له صفة من اخصّ صفات المادة وهي صفة جذب المادة المجاورة له . وهذا الجذب ابعد أثراً في اثبات وجود جسم من مجرّد المقدرة على رؤيتهِ

ومع ذلك لم تنقضِ ثماني عشرة سنة على فرض وجود رفيق الشعرى حتى رآهُ ألفن كلارك صانع التلسكوبات الاميركي المشهور . وكشفهُ لهذا الكوكب كان غريباً في بابه . فان ألفن كلارك كان يرصد الشعرى لا لشدة عنايتهِ بها ولكن لانها نقطة لامعة من الضوءِ في كبد السماءِ يستطيع ان يضبط بها اتقان الصقل في عدسةٍ جديدة كان في سبيل صنعها . ولعلّهُ لما رأى نقطة ضئيلة من الضوءِ قرب الشعرى تأسف شديد الاسف حاسباً انوجودها سببهُ خطاءٌ او خلل في صقل العدسة .

فاعاد الكرة على عدستهِ مدققاً في صقلها ولكن النقطة الجديدة من الضوء على مقربة من الشعرى لم تزل . وقد ثبت بعدئذٍ انها تمثل رفيق الشعرى المذكور

ان رؤية رفيق الشعرى الآن بالتلسكوبات الحديثة امر ميسور ، وقد اتسع نطاق معرفتنا بهِ في العهد الاخير ، فثبت انهُ كوكب لا تقلُّ كتلتهُ عن كتلة الشمس ، وعند التدقيق ان كتلتهُ تبلغ $\frac{4}{5}$ كتلة الشمس . ومع ذلك فانهُ يبعث بضوءٍ لا يبلغ الاَّ جزءًا من ٣٦٠ جزءًا من ضوء الشمس . وضآلة ضوئهِ هذه لم تدهش الباحثين في اول عهدهم بهِ لانهم لم يكونوا قد توصلوا الى معرفة علاقة الكتلة بمقدار الضوء فحسبوا انهُ من النجوم التي لم تبلغ في حموّها الاَّ اول درجة الحمرة ، ولذلك قالوا ان ضوءها ضئيل

ولكن في سنة ١٩١٤ وجد الاستاذ ادمز — من علماءِ مرصد جبل ولسن وهو مديرهُ الآن — ان رفيق الشعرى ليس نجماً احمر ، بل انهُ بلغ درجة البياض لشدة حرارتهِ . وهذا يدهشك اذا عرفت ان كتلة هذا النجم مقاربة لكتلة الشمس ، فلماذا لا يشرق بضوء قريب من ضوئها ؟ لا بدَّ ان يكون حجم النجم اذاً صغيراً جدًّا . لانهُ اذا كانت كتلتهُ من رتبة كتلة الشمس ، ولمعان ضوئهِ من طبقة لمعان ضوئها ، فلا بد ان تكون مساحة سطحهِ صغيرة ازاءَ مساحة سطحها ، ولذلك لا ينبعث من هذا السطح ضوءٌ يتفق وكتلة النجم وشدة حرارتهِ . وحسب قطر النجم فاذا نصف قطرهُ يجب ان يكون $\frac{1}{39}$ من نصف قطر الشمس واذا كرتهُ صغيرة قريبة من كرة سيّار لا من كرة شمس . ولما دقق العلماءُ في تعيين مقاييسهِ وجدوا انهُ متوسط في حجمهِ بين الارض واورانوس ولكن...ولكن اذا شئت ان تضع مادة وزنها من رتبة وزن الشمس ، في كرة لا تفوق حجم الارض كثيراً ، وجب ان تحشكها حشكاً . والواقع ان كثافة المادة في كرة رفيق الشعرى تبلغ ٦٠ الف ضعف كثافة الماء اي ان كل بوصة مكعبة من مادتهِ تزن طنًّا ! وعلماء الفلك لا يستطيعون ان يعلموا شيئاً عن النجوم الاَّ بالتقاطهم الاشعة الواصلة منها وتفسير ما تحتوي عليهِ من الانباء . وهم اذا حلوا رموز الانباء الواردة الى الارض من رفيق الشعرى كان مؤداها : « انا رفيق الشعرى مبني من مادة تفوق ثلاثة آلاف ضعف اكثف مادة عندكم . ان طنًّا من مادتي لا يزيد على سبيكة صغيرة تستطيعون وضعها في علبة من علب عيدان الثقاب » . فاي جواب يستطيع العلماء ان يجيبوا بهِ على هذه الرسالة ؟ ان جوابهم في سنة ١٩١٤ كان . « هذا كلام لغوٌ »

ولكن في سنة ١٩٢٤ اخرجت النظرية القائلة بأن ذرات المادة في الاوساط التي بلغت حرارتها درجة عالية جدًّا — كحرارة قلب نجم — تتجرد الكتروناتها عن النوى وحينئذٍ يمكن حشك الالكترونات والنوى — بضغط كتلة النجم — حشكاً يجعل مادة قلب النجم شديدة الكثافة ، شدة لا عهد لنا بمثلها على الارض . فلما اخرجت هذه النظرية استعاد العلماء ذكر الرسالة الواردة من رفيق الشعرى بعد ما صدفوا عنها حاسبين انها كلام لغو : ولكن لم يسلموا في الحال بصحة ما تنطوي

عليهِ . انما همّـوا بالانصراف الى امتحانها والتدقيق في تطبيق النظرية على محتوى الرسالة . وهو ما لا نفعله عادة « بكلام لغوٍ »

ولا بدَّ من القول هنا ، بأنهُ كان متعذراً على العلماء ان يهملوا مؤدى الرسالة كل الاهمال . فلا ريب قط في ان كتلة رفيق الشعرى تبلغ ⅘ كتلة الشمس ، لانها قيست بابرع الوسائل المستعملة في قياس كتل النجوم . ثم انهُ بديهي ان تكون كتلتهُ كبيرة جدًّا ، لانهُ استطاع ان يحرف الشعرى عن مسيرها . اما قياس قطره فتمَّ بطريقة غير مباشرة ولكنها مع ذلك دقيقة جدًّا . وقد امتحنت قبلاً وصحّت. فقد قيس بها قطر منكب الجوزاء ، ولما استنبط ميكلصن آلتهُ المعروفة «بالانترفرومتر» وقاس بها قطر منكب الجوزاء قياساً مباشراً تطابق القياسان . ثم ان رفيق الشعرى ليس النجم الوحيد الذي يمتاز بهذه الكثافة في مادتهِ. فثمة نجمان معروفان يشبهانهِ في هذا ، واذا حسبنا حساباً لضعف وسائل الرصد التي نملكها لم نستبعد ان تكون هذه « الاقزام البيض[1] » كثيرة بين النجوم

ولكن يجب الاَّ نكتفي بأول تعليل يخطر لنا ، لئلاَّ يقودنا الى الخطإِ . لذلك عني الاستاذ ادمز في سنة ١٩٢٤ بامتحان هذا التعليل بطريقة جديدة . ذلك ان نظرية اينشتين في الجاذبية تقتضي ، عند حلّ ضوء نجم بالسبكترسكوب ، حدوث انحراف في خطوط طيفهِ الى جهة اللون الاحمر ، اذ قوبلت بالخطوط الممثلة للعناصر الارضية . وهذا الانحراف في خطوط الطيف الشمسي ضئيل جدًّا يكاد يتعذر قياسهُ . ولكن الباحثين اجمعوا على ان هذا واقع ، مع ان بعضهم ظنَّ اولاً ان لديهِ ادلة تنافيهِ . الى هنا كانت نظرية اينشتين عند الفلكي ، شيئاً يحتاج الى امتحان بالطرق الفلكية ، ولكنهُ في هذه الحالة يستطيع ان يثبت صحتّها في حالة غير منتظرة اذا خرجت مقتضياتها النظرية مطابقة للنتائج المشاهدة . فانحراف الخطوط الطيفية نحو اللون الاحمر (وهو ما يعرف بفعل اينشتين) يختلف باختلاف كتلة النجم مقسومة على نصف قطرهِ . ولما كان نصف قطر رفيق الشعري صغيراً جدًّا بالقياس الى كتلتهِ فالانحراف يجب ان يكون كبيراً . وهذا يجعلهُ قابلاً للمشاهدة . على ان المشاهدة شديدة الصعوبة لان رفيق الشعرى ضئيل الضوء كامنٌ ولان ضوء الشعرى يكاد يخفيهِ لشدة لمعانهِ . على ان الاستاذ ادمز صرف سنة في حلّ ضوءِ رفيق الشعرى وقياس انحراف الخطوط الطيفية فيهِ فخرج بنتيجة متوسطها ١٩ في حين ان نظرية اينشتين تقتضي ٢٠ فاصاب الاستاذ ادمز بقياسهِ هـذا عصفورين بحجر واحد . ففي الناحية الواحدة امتحن نظرية النسبية العامة امتحاناً جديداً ثم انهُ اثبت ان في العالم النجميّ مادة كثافتها ٣٠٠٠ ضعف كثافة البلاتين

(١) دعيت أقزاماً لصغر حجمها وبيضاء لشدة تألقها وحموها البالغ درجة البياض

ما وراء المجرة

عوالم لا تحصى خارج المجموعة النجمية المعروفة بالمجرّة

الارض احد سيارات تسعة وملايين من الاجسام الصغيرة ـ كالنجيمات والمذنبات والرّجُم ـ تدور حول الشمس. وشمسنا احدى النجوم في مجموعة من الوف الوف النجوم يدور بعضها حول البعض الآخر. وهذه المجموعة النجمية هي احدى ملايين المجموعات النجمية المنثورة في فضاء الكون. هنا تنقطع السلسلة، على ما نعلم. وكلٌّ من هذه المجموعات النجمية اكبر الاجسام التي توصل العلم الى معرفتها لا يفوقها في حجمها واتساعها الاّ الكون نفسهُ. ومن هنا نشأ مقامها في نظر العالِم والفيلسوف الطبيعي

اما المجموعة النجمية الخاصة بنا — اي المجموعة التي منها نظامنا الشمسي — فتعرف بالنظام المجرّي لان المجرّة تحدُّه. وهي تشبَّهُ عادة بقرص او قطعة نقد او عجلة عربة. ولعلَّ التشبيه الاخير أفضلها جميعاً، لانهُ ثبت حديثاً ان المجموعة كلها تدور. وكان الباحثون الأُوَل، والسر وليم هرشل بوجهٍ خاص، يعتقدون لاسباب غير وافية، ان مركز العجلة المجرّية قريب من شمسنا، ولكننا نعلم الآن انهُ بعيد عنها بعداً شاسعاً، حتى لا نستطيع ان نتبين بالعيون المجردة اكثر النجوم اشراقاً في ذلك المركز. فالعيون المجردة لا تستطيع ان تتبين نجوماً يزيد بعدها على ٣٠٠٠ سنة ضوئية، ولكن مركز النظام المجري يبعد عنا نحو ٤٠٠٠٠ سنة ضوئية وحتى الآن لا نعلم حجم العجلة — اي النظام المجري — معرفة دقيقة او قريبة من الدقة. ولكن المرجح ان قطرها من رتبة ٢٠٠٠٠٠ سنة ضوئية.

والقوة التي تحفظ هذه العجلة من الانتثار في اثناء دورانها هي قوة التجاذب بين النجوم التي تتألف منها. وعليه نرى ان النجوم التي على اطاره بطيئة الحركة، في حين ان النجوم قرب مركزه سريعتها. وهذا يشابه ما نجده في النظام الشمسي ذاته. فأبعد السيارات عن الشمس أبطؤها واما اقرب السيارات الى الشمس فأسرعها في السير حولها. والمرجح ان الشمس نفسها تتحرك حول مركز العجلة بسرعة مائتي ميل في الثانية ويستغرق اتمامها لدورة كاملة حوله مائتي مليون سنة

ونستطيع ان نقدر كتلة «العجلة» بقياس قوة جذبها للشمس لمنعها من الانتثار في الفضاء. والمؤكد ان قوة الجذب هذه تفوق قوة جذب ١٠٠٠٠٠ مليون شمس، وقد تكون ضعف ذلك او ضعفيهِ. والمرجح ان معظم المادة التي تجذب هذا الجذب، قد تشكَّل نجوماً، وقليل منها

موقع السيّار الجديد الذي كشف اولاً في ٢١ يناير ١٩٣٠

موقع السيّار الجديد بحسب التقدير الحسابي

نبتون

LEO

CANCER

NEW BOUNDARY OF SOLAR SYSTEM

OLD BOUNDARY

NEPTUNE

URANUS

SUN

UNKNOWN PLANET

SATURN

ORBIT OF SATURN

ORBIT OF URANUS

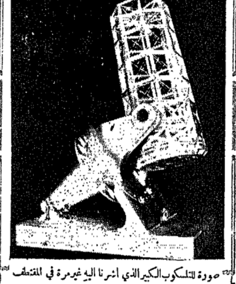
ORBIT OF NEPTUNE

ORBIT OF UNKNOWN PLANET

THE HYPOTHETICAL PLANET IS LOCATED BY PLANETARY ATTRACTION

خريطة نجمية تبين موقع السيّار الجديد في صورة التوأمين وموقعهُ المقدَّر بالحساب قبل اكتشافهِ في برج السرطان وموقع السيار نبتون في صورة الاسد وفي الدائرة رسم مصغَّر للنظام الشمسي تظهر فيهِ الشمس في المركز ولا تظهر افلاك عطارد والزهرة والارض والمريخ والنجيمات والمشتري لانها على هذا القياس قريبة جدًّا من الشمس فيتعذر رسمها ويلي ذلك فلك زحل ثم فلك اورانوس ثم فلك نبتون الذي كان الى اوائل هذه السنة حدَّ النظام الشمسي المعروف ثم يظهر فلك السيّار الجديد بخط ثخين

في ٢١ يناير سنة ١٩٣٠ كشف المستر كليد تمبو *Tambaugh* وهو مساعد حديث السن انضمَّ من عهد قريب الى مرصد لول باريزونا — في صورة فوتغرافية عن شبح ضئيل لجسم سموي متحرك وكان موقعهُ في صورة التوأمين على نحو خمس درجات من الموقع الذي عيّنهُ الاستاذ برسڤال لول بالحساب الرياضي للسيّار المجهول خارج فلك نبتون. فاحتفظ علماء مرصد لول بسرّ هذا الاكتشاف سبعة اسابيع والوا في اثنائها البحث والتحقيق للتثبت من ان هذا السيّار يدور حقيقة في فلك خارج فلك نبتون اذ ليس ما يمنع ان يكون احدى النجيمات العديدة التي تدور بين المريخ والمشتري. واخيراً ثبت لهم انهُ سيار جديد وراء نبتون وان فلكهُ يتفق تقريباً مع الفلك الذي تنبأ بهِ لول. اما بعدهُ عن الشمس فنحو ٤٥ ضعف بعد الارض عنها اي نحو ٤٢٠٠ مليون ميل. وعلى هذه المسافة لا يصلهُ من نور الشمس وحرارتها الا جزء من الفي جزء مما يصلنا منها



صورة للتلسكوب الكبير الذي اشرنا اليهِ غير مرة في المقتطف وسيكون لهُ مرآة من الكوارتز المصهور قطرها مائتا بوصة اي مضاعف قطر المرآة في اكبر تلسكوب بني حتى الآن. وينتظر ان تبلغ نفقاتهُ ستة ملايين ريال او مليون جنيه ومائتي الف جنيه

انظر الصفحة ٥١



اكون واحد ام اكوان عديدة

السدم اللولبية (العوالم الجزرية) خارج نظام المجرة

امام الصفحة ٦٥

لا يزال مادة غازية لطيفة منتشرة في الفضاء ، ولما كانت كتلة النجم المتوسط اقل من كتلة الشمس. فالمرجح ان عدد النجوم في النظام المجري ـ بناءً على تقدير كتلة المادة التي فيه ـ يبلغ مائة الف مليون ... ... ١٠٠ نجم . واحصاء النجوم المباشر يؤيد هذا

***

كان يُظنُّ اولاً ان « النظام المجري » هو المجموعة النجمية الفردة في الكون . ثم ذهب كانط وهرشل ـ تخيلاً ـ الى انها احدى مجموعات كثيرة . والبحث الحديث قد أيّد تخيلهما كل التأييد . فانك اذا نظرت الى شمال النجم بيتا في كوكبة المرأة المسلسلة رأيت اذا كنت حاد البصر ، لطخة سحابية ضئيلة ، هي السديم الكبير في المرأة المسلسلة . فاذا انت راقبتها حسبتها لاول وهلة ضوءًا منتشراً . وقد وصفها الفلكيُّ ماريوس بقوله « كأنك تنظر الى نور شمعة من خلال بوقٍ » ولكن اذا صوّبت الى هـذه اللطخة تلسكوباً قويًّا رأيت فيها تفصيلات لا تتبينها بالعين المجردة . اما اذا شئت ان تدرسها درساً علميًّا دقيقاً فيجب تصويرها بتعريضها عدة ساعات للوح فوتغرافي . وحينئذٍ تتبين انها اكبر جدًّا مما بدت للعين المجردة او لعين التلسكوب ، فانها تحجب من وجهِ السماء رقعة سعتها تزيد عشرين ضعفاً على سعة وجه القمر . وما نراه منها بالعين المجردة انما هو جانب من منطقتها المركزية ـ وهي كتلة اكثر اشراقاً من سائر السديم . وحول هذه الكتلة جانب دقيق البناء يظل محتجباً عنـا حتى تتبينهُ عين الآلة الفوتغرافية

وكما تبدّت المجرة نجوماً لتلسكوب غليليو الصغير في سنة ١٦٠٩ بعد ما كانت تبدو لطخة سحابية منتشرة ، كذلك تمكنت التلسكوبات القوية الحديثة والآلات الفوتغرافية ، من ان تتبيّن في المناطق الخارجية في سديم المرأة المسلسلة نقطاً من النور نستطيع ان نثبت انهـا نجوم ، وقد قدّر الدكتور هبل Hubble انها تبعد عنا نحو ٨٠٠ الف سنة ضوئية

هذا السديم شبيه بمجرتنا كما وصفناها . فهو يشبّـه «بعجلة» مثلها ، وفي وسط العجلة المركز الهبائي اللامع . والبحث السبكترسكوبي يدلُّ على ان العجلة ـ اي السديم ـ تدور مثل دوران المجرّة . ولكن سرعة دورانها اعظم . فمجرتنا تستغرق ٢٠٠ مليون سنة لتتمَّ دورة كاملة ، وأما سديم المرأة المسلسلة فيتمـها في ١٧ مليون سنة . وسبب سرعتهِ في الغالب ناشىء من صغر حجمهِ ـ فقطره هو ربع قطر مجرتنا ـ اي ٥٠ الف سنة ضوئية بدلاً من ٢٠٠ الف سنة ضوئية . ويمكنك ان تقيس وزنهُ بتقدير القوة الجاذبة التي تسلطها كتلتهُ على اجزائه الخارجية لتمنعها من الانطلاق في الفضاء في خطّ مماس للمحيط ، وبذلك نجد ان وزنهُ صغير اذا قيس بوزن مجرتنا ـ فهو نحو ٥٠٠٠ مليون شمس يقابله وزن مجرتنا وهو نحو ٢٠٠٠٠٠ مليون شمس

وهذان السديمان ، او هاتان المجرتان ليستا الوحدتين من نوعهما في الفضاء . فقد تمكن

الباحثون من مراقبة مليوني سديم وينتظر ان يمتدّ بصرهم الى نحو ١٦ مليوناً متى تمّ بناء التلسكوب الضخم في اميركا، الذي قطر مرآته ٢٠٠ بوصة

واذا اخذنا مجموعة من هذه السدم الخارجية (نسبة الى خارج المجرة التي نحن منها) وجدنا فيها وجوهاً عديدة من الاختلاف من حيث الجسم والشكل والاشراق والبناء . ولكن البحث العلمي لا يلبث ان ينظمها في نظام معقول . فاذا صرفنا النظر عن السدم التي ترى من الجانب ، وجدنا اننا نستطيع ان نرتب الباقي في سلسلة متصلة الحلقات تبدأ في السدم الكروية وتنتهي في السدم المسطحة كالاقراص . ولما كانت سرعة دوران الجسم تزداد بازدياد تقلصه ، فيصح ان نفهم ان الاشكال المختلفة بين الشكل الكروي والشكل المسطح هي درجات تطور السدم . فاذا صحّ هذا الرأي ، قلنا ان السدم تبدأ حياتها كروية بطيئة الدوران ثم تأخذ في التقلّص فتزداد سرعة دورانها وتأخذ في التسطح شيئاً فشيئاً

والطريقة التي نستطيع ان نمتحن بها هـذا الرأي هي البحث في تغيرات الشكل التي تطرأ على كتلة غازية دائرة اذا بردت وتقلصت . ومع ان التحليل الرياضي لعملية كهذه ، ليس بالامر السهل ولا يمكن ان يكون على جانب حاسم من الدقة ، الاّ انهُ واف للحكم . وهو يثبت ان كتلة من الغاز الدائر الآخذ في البرودة والتقلص يمرُّ في الاشكال التي تبدو فيها السدم بين الشكلين الكروي والمسطح

كيف تكونت هذه السدم اولاً ؟ الرأي الذي يخطر للذهن هو انها تكونت من مادة الكون الغازية اللطيفة المنتشرة في الفضاء كما تكوّنت النجوم بتقلص الغاز اللطيف المنتشر عند اطراف السدم الخارجية ولا مندوحة عن ان يبقى هذا الرأي فرضاً . ولكن ثمة أدلة قوية تؤيده

***

اما الفروق في الجسم والاشراق بين السُدُم التي من شكل واحد ، فيغلب ان يكون منشؤها الاختلاف في بعد السدُم عنا . وهذا يمكننا من تقدير اعمار السدم كلها ، حتى اضألها نوراً ، بدقة لا بأس بها . فأضأل السدم التي تمكن مشاهدتها بتلسكوب جبل ولسن — قطر مرآتهِ مائة بوصة — تبعد عنا ١٤٠ مليون سنة ضوئية . ويرى الدكتور هبل ان نحو مليوني سديم موزعة داخل هذه المسافة في جميع الانحاء وان بين سديم وسديم نحو ١٨٠٠٠٠٠ سنة ضوئية . ويمكننا ان نمثل على توزيع السدم في الفضاء بأخذ كرة مفرغة قطرها ميل فنوزع في باطنها ٣٠٠ طن من التفاح جاعلين المسافة بين التفاحة والاخرى عشر يردات . فالكرة المفرغة تمثل الكرة من الفضاء التي نستطيع رؤيتها بتلسكوب مرصد ولسن . وكل تفاحة تمثل سديماً يحتوي على مادة كافية لتكوين بضعة آلاف مليون شمس كشمسنا . واذا كبّرنا كل تفاحة حتى تصبح سديماً ، اصبحت كل ذرّة فيها من حجم منكب الجوزاء (وهو اكبر النجوم التي قيست اقطارها ، اذا وضع مركزهُ فوق مركز الشمس امتدت اطرافهُ الى فلك المريخ)

فتوزُّع السدم توزعاً متماثلاً في الكون يؤيد الفرض بانها نشأت من الغاز البدائي المنشور في الفضاء. ثم اننا نستطيع ان نثبت ان غازاً كهذا لا يمكن ان يستقرّ على حاله طويلاً بل يتفكك بالتقلص الى اجزاءٍ حجم كل جزءٍ من رتبة حجم السدم التي رصدت حتى الآن

تشتت الكون واتساعه

فعل التفكك الذي يبدأ بهِ تكوين السدم، عامٌّ في الكون . انما يبدو لاول وهلة ان فعل التجاذب بين دقائق الكون يجذب جميع الاجزاءِ المفككة ، ولكن الواقع هو على الضدّ من ذلك . وليس الكون آخذاً في التفكك فقط بل ان الاجزاءَ الناشئة عن هذا التفكك آخذة في التشتت كذلك. فكل شعاعة من اشعة الضوء التي تدخل عيوننا تحمل معها شيئاً من الكتلة . وهذه الكتلة كانت قبل ثماني دقائق — أي قبل ان تنطلق الشعاعة من الشمس — جزءًا من كتلة الشمس . وعليهِ فالشمس تفقد من كتلتها كلّ ثانية اربعة ملايين طن ، ضوءًا وحرارةً . فينشأ عن هذه الخسارة ان سيطرتها الجاذبية على اعضاء اسرتها تضعف رويداً رويداً ، وبضعفها تبعد عنها السيارات رويداً رويداً. ففلك الارض حول الشمس ليس دائرة او اهليلجاً مقفلاً بل هو اشبه شيءٍ بزنبلك ساعة لولبيّ الشكل متجهٍ الى اعماق الكون المظلمة الباردة . وهذا الاتجاه بادٍ في اعضاء النظام المجرّي فكأن الاجزاء الصغيرة التي تنفصل من الكتل الكبيرة — سواء كانت اقماراً او سيارات او نجوماً — آخذة في التفرق ، مضادة في ذلك نواميس التجاذب في الظاهر على الاقل

ومن ابعث المكتشفات الحديثة على الدهشة ان السدم الخارجية نفسها آخذة في التفرُّق على ما يظهر . فكأنها تفرُّ منا ، ويفرُّ احدها من الآخر . فقد كنا نظنُّ ، الى عهد قريب ، ان السدم القريبة من مجرتنا ، آخذة في الاقتراب منها ، وان السدم البعيدة عنها ، آخذة في الابتعاد عنها . ولكننا نعلم الآن ان السدم القريبة التي بدت لنا مقتربة منا ، انما بدت كذلك لانها واقعة في خط دوران النظام الشمسي حول مركز المجرّة . فاذا عملنا حساباً لسرعة سير الشمس حول مركز المجرّة ، في تقدير اقتراب السدم وبعدها وجدناها كلها تبتعد عنها على ما يظهر . فالسدم القريبة سرعتها قليلة والبعيدة سرعتها عظيمة جدًّا . فالسرعة تماشي البعد بوجهٍ عام . وهذا الناموس ينطبق على ابعد السدم . وقد وجد هبل انهُ كلما بعد سديم عنا مليون سنة ضوئية زادت سرعتهُ البادية ١٠٥ اميال في الثانية . وآخر سديم قيست سرعتهُ في مرصد جبل ولسن، وجد انهُ يبعد عنا ١٠٥ ملايين سنة ضوئية وان سرعتهُ ١٢٣٠٠ ميل في الثانية

فيبدو لنا كأن الكون باسرهِ آخذ في الاتساع، ومحتوياتهِ آخذة في التشتت ، فكأنهُ فقاعة من الصابون كلما مضيت في نفخها مضت في الانتفاخ حتى تنفجر — وسرعة هذا الانتفاخ تجعل الكون يضاعف قطرهُ مرة كل ١٤٠٠ مليون سنة

وثمة ادلة نظرية تؤيد القول بان سرعة ابتعاد السدم عنا هي سرعة واقعية . فالكون في نظر اينشتين اولاً كان حافلاً بالمادة ولكنهُ كان في حالة استقرار . ثم اثبت الاب لِمتر من علماء لوفان ان كوناً من هذا القبيل لا يمكن ان يكون مستقراً . فان تقلص الغاز الاصلي وتحولهُ الى سدم وحصر جانب كبير من طاقة الكون في هذه السدم يدفعها الى الاتساع حتى ينتهي الكون الى حالة توصف بالعبارة التالية « مادة لها نهاية منتشرة في كون لا نهاية لهُ » . والنظرية — نظرية لِمتر — تقتضي ابتعاد السدم وتعين سرعة ابتعادها . وهذا يتفق مع ما هو مشاهد . وقد سلّم اينشتين بذلك

ولكن ثمة ايضاً ما يحملنا على الحذر . فعظم هذه السرعة يلقي ظلا من الريب على صحتها . فانها اذا صحت جعلت تاريخ الكون لمحة عين ، ازاء العُصُر المتطاولة التي يقتضيها نشؤهُ وتطورهُ . فقد قدر ادنغتن المادة التي في الكون وقال ان الكون بدأ في الاتساع لما كان قطره ١٢٠٠ مليون سنة ضوئية ويؤخذ من المباحث الحديثة ان قطره الآن ١٣٢٠٠ مليون سنة ضوئية اي احد عشر ضعف قطره الاصلي . فاذا كانت سرعة السدم صحيحة فالكون يضاعف قطره مرة كل ١٠٠٠ مليون سنة تقريباً واذاً فتضاعفهُ ١١ مرة يستغرق نحو ١٠ آلاف مليون سنة

على ان هذه المدة قصيرة جدًّا في نظر علماء الفلك ولا تكفي للنشوءِ الكوني . فمجرد عملية تقلص سديم قد يستغرق مئات الالوف من ملايين السنين . ولكننا نستطيع التغلب على هذا الاعتراض بقولنا ان هذه المدة — اي مدة التقلّص — انقضت قبلما بدأ الكون يضاعف قطره . ولكن الصعوبة الكبيرة هي اننا نجد في النجوم ادلة تثبت ان عمرها اطول من المدة المقترحة . ثم ان المباحث في النجوم المزدوجة تؤيد ذلك . فدرس هذه النجوم يدل على ان النجم المزدوج كان اصلاً نجماً فرداً كبيراً انشطر بازدياد سرعة دورانهِ الى نجمين . وتقدير كتلة النجمين يدل انها اقل كثيراً من كتلة النجم الاصلي الذي انشطرا منهُ . فكأن الفرق ضاع اشعاعاً في الكون . وهذا يقتضي وقتاً طويلاً جدًّا

هذه الاعتبارات تحملنا على الاعتقاد بان الكون ليس شيئاً سريع الزوال كما تدلّ عليهِ سرعة ابتعاد السدم اللولبية عنا او بعضها عن بعض

الفضاء بين النجوم

هل هو فراغ تام او فيه بقايا سديم كوني

تقدم علماء الفلك في العصر الحديث ، تقدماً عظيماً في قياس ابعاد النجوم ، ولكنهم لم يحصروا عنايتهم في قياسها بطريقة « زاوية الاختلاف » بل اعتمدوا على وسائل حديثة سپكترسكوبيــة واحصائية ، ثبتت صحة نتائجها باتفاقها والآراء الفلكية المسلّم بها . فاسفر هذا البحث الشاق عن صورة جديدة للكون النجمي فاذا هو مجموعة من الوف ملايين النجوم منثورة في فضاءٍ رحب شدّ ما يسترعي انتباهك فيهِ فراغهُ العظيم . فانك اذا فرضت وجود اربعة من صغار الاسماك في المحيط الاطلنطي رسمت لنفسك صورة تبين رحابة الفضاء الكائن بين النجوم وفراغ هذه الرحاب

ولقد كان من الراسخ في روع الباحثين ، من عهد غير قريب ، ان الفضاء الكائن بين النجوم ليس فراغاً تامّـا . فقد شاهد الراصدون ، ان اشعة الضوءِ التي تمرُّ في رحاب الفضاء تتشتت ، وهذا التشتت لا يمكن ان يتم اذا كان الفضاء فراغاً تامّـا ، ولا بد ان يحتوي هنا وهناك على ذرة تائهة او الكترون شارد . والواقع ان الصور الفوتوغرافية التي صورت لمناطق مختلفة من الفضاء ، وخصوصاً مناطق المجرة ، تثبت وجود نواحٍ تملأُها مادة غازية كثيفة تحجب ضوءَ النجوم التي وراءَها فتمنع وصوله الينا بامتصاصهِ . وبعض هذه اللطخ الغازية ذو معالم وحدود واضحة ، وبعضها لاحدود له ولكن كثافتهُ تقلُّ رويداً رويداً الى ان يندمج في ما نحسبهُ عادة الجلد الصافي الاديم

هذه المشاهدات تشير اشارة لا لبس فيها ولا ابهام الى احتمال وجود مادة منتشرة انتشاراً دقيقاً في رحاب الفضاء الذي بين النجوم

بسط ادنغتن اولاً هذا الرأي في خطبتهِ الباكرية Bakerian من نحو سبع سنوات وأثبت بالادلة الراجحة ان الفضاء بين النجوم ليس مفرغاً بل هو « ممتلىء » مادة . وليس المراد بلفظ « ممتلىء » هنا احتشاد المادة حتى لا يسع شيئاً علاوة على ما فيهِ ، وانما يقصد معناها النسبي اي اننا لا نجد ناحية معينة في رحاب الفضاء مفرغة فراغاً تاماً من المادة ولو في ألطف حالاتها . بل ان في الفضاء من الذرات المنتشرة فيهِ ما يكفي لوجود ذرة واحدة في كل سنتمتر مكعب منهُ

هذا كان رأي ادنغتن ومحصّل أدلتهِ النظرية . وقد انقضت الآن سبع سنوات ، اثبت الراصدون في اثنائهـا ، بالمشـاهدة صحة هذا الرأي ، بل ان حديث التقـدم في هذه الناحية من الطبيعيات الفلكية من افتن الاحاديث العلمية للب . والغريب ان هذا الاكتشاف نشأ ـ كطائفة كبيرة من المكتشفات ـ من مشاهدة شذوذ او انحراف عن القاعدة العامة في اثناء بحث مسألة علمية اخرى

في علم الطبيعة مبدأ يعرف بمبدإ دپلر (Doppler) مؤداهُ ان اقتراب جسم صائتٍ اليك

في اثناء احداثهِ للصوت ، من شأنهِ ان يقصّر امواج الصوت ، وان ابتعاده من شأنهِ ان يطيلها . وعليهِ فاذا كنت واقفاً وكان قطار صافر متجهاً اليك قصرت امواج التصفير وارتفع صوتها . واذا كان مبتعداً عنك طالت امواج التصفير وخفت صوتها . وكان السر وليم هجنز (Huggins) الفلكي البريطاني ، يبحث في هذا الموضوع من نحو خمسين سنة ، نخطر له ان يطبق هذا المبدإ على امواج الضوء ويستعمله في قياس سرعة النجوم . فاذا كان نجم من النجوم مقترباً منا كان طول كل موجة من امواج الضوء الذي يشعهُ اقصر من طول امواج الضوء المماثل على الارض . فاذا حللنا ضوء النجم المقترب بالسبكترسكوب حادت الخطوط المظلمة الخاصة بالنجم الى جهة اللون البنفسجي . وأما اذا كان النجم مبتعداً عنا فان الحيود يكون الى جهة اللون الاحمر . فمن معرفة جهة الحيود تعرف جهة سير النجم اقتراباً منا او ابتعاداً عنا . ومن معرفة مقدار الحيود تعرف سرعتهُ . وقد طبقت هذه الطريقة في طائفة كبيرة من اشهر المراصد فقيست بها سرعة الوف من النجوم . واستعملت اخيراً في قياس سرعة السدم الحلزونية التي خارج المجرة فثبت ان بعضها يبتعد عنا بسرعة نحو ١٣ الف ميل في الثانية . وهذا مما حدا بالعلماء الى القول بأن الكون آخذ في الاتساع كأنهُ فقاعة صابون ينفخ فيها

وقد استعملت خطوط فرنهوفر[١] حديثاً لمعرفة نسبة العناصر التي في الشمس بعضها الى بعض ، وذلك بدرس عرض الخطوط التي تظهر في الطيف ونسبة عرض الواحد منها الى الآخر . ثم استعملت هذه الخطوط ايضاً لمعرفة شيء عن حركة الاجرام السموية فقد ثبت انهُ اذا كان الجرم السموي متجهاً نحونا فان حركة الخطوط في طيفهِ تتجهُ من الاحمر الى البنفسجي . واذا كان مبتعداً عنا فان حركة هذه الخطوط في طيفهِ تتجهُ من البنفسجي الى الاحمر . لان عدد الامواج التي تصلنا منهُ في الحالة الاولى آخذة في التزايد والقصر وفي الحالة الثانية آخذة في التناقص والطول . فاتجاه حركة هذه الخطوط وسرعتها تمكن العلماء من معرفة اتجاه الاجرام السماوية بالنسبة الى الارض وسرعتها وبالجري على المبدإ ذاتهِ يستطاع الكشف عن النجوم المزدوجة واثبات دوران الارض حول محورها

ومن اول الذين وجهوا عنايتهم الى هذا الموضوع الدكتور هارتمان احد علماء مرصد پوتسدام الالماني فلم يلبث ان صرح انهُ في اثناء درسهِ لخطي الكلسيوم في طيوف بعض النجوم وجد ظاهرة غريبة لا تتفق ومقتضيات مبدأ دپلر المذكور . ذلك انهُ لاحظ ان خطي الكلسيوم لا يحيدان الى جهة اللون البنفسجي ولا الى جهة اللون الاحمر كما تحيد بقية خطوط الطيف، وهذا من المفارقات ! فاذا كان نجم من النجوم يسير سيراً سريعاً نحونا فلا بدَّ ان تحيد الخطوط في طيفهِ نحو اللون البنفسجي . واذا كان مبتعداً عنا فلا بدَّ من ان تحيد الى جهة اللون الاحمر . ومن الغريب ان هارتمان وجد ان جميع خطوط الطيف تحيد الى احدى الجهتين الا خطي الكلسيوم وأحياناً خط الصوديوم

وما صرح هارتمان تصريحهُ المتقدم حتى عني الراصدون بتحقيق مشاهدتهِ فأيدوها

(١) راجع فصل « معمل الفلكي وادواته » في مطلع هذا الباب

بمشاهداتهم . ومن ثمَّ اخذوا يقترحون النظريات لتعليلها

ولا يخفى ان الارض في اثناء سيرها في الفضاء تنقل معها غلافها الغازي المكوّن من غازات باردة وكذلك النجم ينقل معهُ في اثناء سيره غلافاً من الغازات التي تحيط بكتلتهِ الغازية الشديدة الحمو . فاذا انبثقت من داخل النجم اشعة ومرَّت في جوّه الغازي الخارجي — البارد اذا قيست حرارتهُ بحرارة قلب النجم — واذا كان في هذا الجو الخارجي ذرات عنصر الكلسيوم الموجبة الكهربائية ، ظهر خط الكلسيوم في طيف ضوء النجم مع خطوط العناصر الاخرى ، وهو خط مظلم من خطوط فرونهوفر لانهُ حدث بالامتصاص . ولكن الغريب ان خطوط الطيف الاخرى تحيد الى جهة الاحمر او جهة البنفسجي بحسب ابتعاد النجم او اقترابهُ ، واما خطّا الكلسيوم فلا يحيدان ولذلك عُرِفا هما وما ماثلهما « بالخطوط المستقرة » Stationary

أفلا يجوز ان تكون ذرات الكلسيوم منتشرة في الفضاء بين النجوم وبهذا يعلَّل استقرار خطي الكلسيوم في طيوف النجوم ؟ وما منشأ هذا الكلسيوم الذي في الفضاء النجمي ؟ هل هو مادة منبعثة من النجوم الجبارة في اثناءِ سيرها في الفضاء ؟ او هو بقايا سديم كوني نشأت منهُ النجوم بالتجمع الجاذبيّ ؟

ولما تناول الدكتور ستروف Struve احد علماء مرصد يركيز Yerkes الاميركي هذا البحث اثبت انهُ كلما زاد بعد النجم عن النظام الشمسي زاد ظهور الخطوط « المستقرة » في طيفه . وهذا يعلَّل بأن الضوء مرَّ في مسافات شاسعة من السحاب الكوني المالىء للفضاء بين النجوم ، فزاد امتصاص هذا السحاب لضوء الكلسيوم فزاد ظهور خطيه في الطيف

ولم يلبث العلماء ان وجدوا ان هذه الخطوط تحيد الى احد طرفي الطيف ولكن حيودها يسيرٌ جدًّا اذا قيس بحيود الخيوط الاخرى . لذلك عدلوا عن تسميتها بالخطوط المستقرّة وقالوا انها خطوط ما بين النجوم interstellar : وجاء الاكتشاف المتوّج لهذه المباحث لما ثبت ان هذا الحيود الضئيل في خطي الكلسيوم وما يماثلهما يمكن تعليله تعليلاً دقيقاً بافتراض ان المجرّة تدور حول مركزها وهو ما أثبتته المباحث الفلكية الاخرى

ويرى ادنغتن ان بقايا « السديم الكوني » المالئة رحاب الفضاء النجمي ليست كلسيوماً فقط او كلسيوماً وصوديوماً . وانما احوال الرصد فقط هي التي مكنتنا من مشاهدة خطوط هذين العنصرين قبل غيرها . وعندهُ ان هذا السديم الكوني يحتوي على كل العناصر التي على الأرض

اما كثافة بقايا «السديم الكوني» فيسيرة جدًّا لا تزيد عن كثافة نفخة مدخّن وقد تمددت حتى ملأت فضاءً سعتهُ الف ميل مكعب ! على ان رحاب الفضاء تفوق التصور في سعتها . وعليه فهذا الغاز المتناهي في اللطافة الذي يملأها تبلغ كتلتهُ نصف كتلة النجوم . فاذا سلمنا بهذا الرأي الجديد قلنا ان المادة الاصلية التي تكوَّنت منها النجوم ، تحوَّل ثلثاها نجوماً وسُدُماً وبقي الثلث الآخر مادة لطيفة منتشرة في رحاب الفضاء

علم التنجيم الجديد

اثر السيارات والكلف في الطقس والاقليم

كان علماء الكيمياء القديمة يرمون الى تحويل المعادن الرخيصة الى ذهب فعجزوا عن تحقيق غرضهم ولكن بحثهم افضى الى علم الكيمياء الحديثة، وعلماء الكيمياء الحديثة توصلوا على غير قصد منهم الى تحقيق غرض اسلافهم القدماء . فقد أثبتوا ان معدن الراديوم يتحوَّل الى معادن اخرى وينتهي الى رصاص . فكان من اثر هذا الاكتشاف الخطير ان العلماء الذين يتوفرون على البحث القائم بين الطبيعة والكيمياء يعتقدون أن العناصر الكيمائية مؤلفة من شحنات كهربائية . فهم يقولون : لو كنا على علم كافٍ بهذا لتمكنا من تفكيك الذرات الى اجزائها واعادة تركيب هذه الاجزاء الى عناصر . فعلم الكيمياء القديم ، متلبساً بلباس الاشعاع ، اخذ يصبح حقيقة وهذه الحقيقة اكثر غرابة من احلام القدماء .

فهل يسير علم التنجيم في اثر علم الكيمياء القديمة ؟ ان علماء التنجيم كانوا يرمون في العصور الغابرة ، الى الانباء بمستقبل الناس ومعرفة مقدراتهم من درس النجوم فعجزوا كما عجز علماء الكيمياء القديمة عن تحقيق غرضهم ، ولكن بحثهم افضى الى علم الفلك الحديث

وعلم الفلك الحديث آخذ في بعض نواحيهِ يرتدّ رويداً رويداً الى مرمى علماء التنجيم القدماء اي الى درس اثر الاجرام السموية في مصير الانسان . واليك خطوات هذا التفكير الجديد : ان صحة الانسان ونجاحهُ ومآتيهِ وسعادتهِ تتأثر بحالة الجوّ (الطقس والاقليم) . وهذا كان صحيحاً في العصور الغابرة صحتهُ الآن . فالعصر الجليدي كان من أقوى العوامل في تكوين سلائل الناس المعروفة بمواهبها المختلفة . والطقس يتوقف على تحوُّل نشاط الشمس activity . وكلف الشمس من أظهر مظاهر هذا النشاط . ولكنها ليست مفردة . فعندنا المشاعيل والالسنة التي تنطلق منها والاضطرابات الكهربائية المغنطيسية التي تحدث فيها

وقد ذهبت طائفة كبيرة من كبار العلماءِ الى ان التحوّل في نشاط الشمس يتوقف على مواقع السيارات النسبية . واذا كانت السيارات تؤثر في الشمس فلا يبعد ان يكون للنجوم القريبة فعل من هذا القبيل ايضاً . وفي كل سنة يكشف علماء الفلك عن أدلة جديدة على كثرة المادة المنتشرة في الفضاء وكبر جرم النجوم وشدة اشراقها وتعقيد بنائها وقوة فعلها . فينشأ من ذلك امكان القول بأن هذه النجوم في مداراتها تحدث اضطراباً في جوّ الشمس وهذا يحدث تغيراً في احوال الطقس والاقليم وعن طريقهما في حياة الانسان ومصير شعوبهِ ودولهِ

فلننظر الآن في كل خطوة من خطوات هـذا التفكير لنرى هل هي مبنية على حقائق مثبتة أو على تصورات واوهام ؟

كلنـا يعلم ان للطقس اثراً كبيراً في احوال الناس . فالعاصفة الهوجاء تغرق السفن وتهدم البيوت وتخلع على المدن ثوباً من الثلج والجمد وتثير الامواج فتطغى على السواحل وتحدث فيها ضرراً بالغاً . والحكومات تنفق كل سنة الوفاً والوف الوف من الجنيهات لتصلح العطل الذي تحدثهُ العواصف في خطوط السكك الحديدية والطرق والسفن والاقنية والترع والبيوت والسياجات وغيرها . ان صقيعاً واحداً كافٍ لان يخسر اصحاب البساتين غلـةً قيمتها ملايين من الجنيهات . واذا اشتدَّ البرد وكثر وقوع الثلج في فصل الشتاء عن المتوسط الطبيعي هلك من الماشية مئات الالوف . واذا اشتدَّ الجفاف في استراليا واستمرَّ اربع سنوات او خمساً ، وحدوثهُ فيها ليس نادراً ، خسرت تلك البلاد عشرات الملايين من ضأنها (خسرت استراليا في الجفاف الذي انتهى سنة ١٩٠٣ ستين مليون رأساً من الضأن). والجفاف اذا وقع في الصين او لهند او روسيا اسفر عن مجاعات واسعة النطاق تسوم ملايين الناس شرَّ العذاب وتذهب بمئات الالوف الى القبر

وللطقس اثرٌ ابعد غوراً في الناس من اثرهِ الماديّ في فلاحتهم . فالانسان يعتقد انهُ أسمى من الطقس والاقليم ولكنهُ في الواقع يتأثر بهما تأثر النباتات والحيوانات . فانك اذا درست احصاءات الوفيات في نيويورك يوماً يوماً مدة ثماني سنوات — كما فعل الاستاذ الزورث هنتنغتن — وجدت انهُ اذا تغير متوسط الحرارة درجة واحدة من يوم الى آخر ظهر اثر ذلك في عدد الوفيات . ففي الاحوال العادية ينقص عدد الوفيات بهبوط الحرارة ويزيد بارتفاعها . واذا استمرَّ هبوط الحرارة او ارتفاعها زاد عدد الوفيات زيادة كبيرة . ولكن اذا استمرَّت الحرارة بين ٦٠ درجة و ٧٠ درجة بميزان فارنهيت ظلَّ عدد الوفيات يسيراً . وقد بلغ من شدة تأثر الانسان بتقلب احوال الجوّ أنهُ لو استطعنا ان نجعل الطقس في أحد نصفي السنة صحيّـاً كالطقس في النصف الآخر لهبط عدد الوفيات في الولايات المتحدة وحدها ١٥٠ الفاً كلَّ سنة . فاذا افرغنا هذه الحقيقة في قالب آخر قلنا ان متوسط طول العمر يزيد نحو خمس سنوات اذا تمكنا من ازالة اثر الجو السيء في الصحة!

ومقدار الخسارة الناجمة عن المرض والموت والألم يختلف من سنة الى اخرى بل من فصل الى فصل . فالاحصاءات تدلُّ على ان فرقاً يقدَّر بعشرة في المائة يقع بين وفيات سنة ووفيات سنة اخرى . اما الفروق التي تقدَّر بعشرين في المائة او بثلاثين في المائة فليست بنادرة . والظاهر ان مصدر هذه الفروق الكبير في الوفيات من سنة الى اخرى سببهُ الطقس اكثر من اي شيءٍ آخر . فاذا كان الشتاء بارداً جافاً وتلاهُ صيف حارٌّ غائم رطب زادت الوفيات في الولايات المتحدة الاميركية من ٥٠ الفاً الى ٢٠٠ الف عن متوسط الوفيات في سنة شتاؤها معتدل وصيفها معتدل

ولكن ماذا نقول في الاوبئة التي تجتاح الجماعات البشرية من حين الى آخر . اليست هذه الاوبئة كوافدة الانفلونزا سنة ١٩١٨ السبب الاكبر في هذه الفروق الكبيرة بين الوفيات ؟ وهل هي لا تجتاح كل البلدان من غير حساب للاقليم والموقع الجغرافي . الجواب بالنفي عن السؤالين . فالاوبئة ولا شك تحدث فرقاً كبيراً في متوسط الوفيات من سنةٍ الى اخرى . ولكن الفروق التي أشرنا اليها سابقاً في (اميركا) اكبر من ان تعلل بتفشي الاوبئة . اضف الى ذلك ان اللاجنة الخاصة التي عينها « مجلس البحث القومي » وجدت ان شدة وافدة الانفلونزا اختلفت باختلاف الاقليم والطقس في البقاع المختلفة . ووجدت ايضاً ان اتساع نطاق الوافدة يتوقف على حال الجوّ مدة شهر قبل بدء تفشيها لان تفشيها حينئذٍ يتوقف على صحة الناس ومقاومتهم لمكروبها . وهاتان تختلفان باختلاف الطقس . ثم تنتشر الوافدة كالنار في الهشيم غير ملتفتة لاحوال الجوّ . فالطقس لا يستطيع بحال من الاحوال ان يخلق وباءً ولا ان يمنعهُ ولكن اثره في صحة الناس يعين مدى انتشاره الى حدٍّ بعيد . ومن هذه الناحية ، بل من نواحٍ اخرى كثيرة نرى ان للطقس اثراً اكبر جدًّا مما نتصوّر

***

سلمنا بأثر الطقس في صحة الانسان ورخائهِ ولكن ما مكان هذا التسليم في علم التنجيم الجديد ؟

اختلف العلماء زمناً طويلاً في ما للسيّارات والشمس من الأثر في الطقس ، ولكننا رغم اختلافهم نتبين علاقات عامة أساسية تؤيدها المباحث العلمية الحديثة . فقد ثبت من مباحث الفلكي الاميركي سيمون نيوكم والعالم الاقليمي الالماني كوبن ان حرارة الارض في السنوات التي تكثر فيها الكلف الشمسية تكون اقل من حرارتها اذ تكون الكلف قليلة ، كما يستدلُّ من الارصاد المدوّنة في اثناء قرن كامل . والفرق يبلغ درجة بميزان فارنهيت في المناطق الاستوائية واقل من ذلك في المناطق المعتدلة والباردة

قد يظن ان فرقاً من هذا القبيل قدره درجة واحدة بميزان فارنهيت او اقلّ لا شأن لهُ على الاطلاق ولكن المعترف بهِ بين علماء الظواهر الجوية ان تغييراً طفيفاً في حرارة الجو يصحبهُ تغيير واسع النطاق بعيد الأثر في الاحوال الاقليمية . وزد على ذلك ان هذا الفرق (أي درجة فارنهيت) هو عشر الفرق وعلى الاقلّ جزءٌ من عشرين جزءًا من الفرق بين حرارة الجو في العصر الجليدي وحرارة الجوّ الآن . فالفرق بين حرارة الجوّ في سنة كثيرة الكلف وسنة قليلتها يبلغ من $\frac{1}{10}$ الى $\frac{1}{20}$ من الفرق الذي كان سبباً في تغطية اوربا بطبقة كثيفة من الجليد

ثم اذا كبرت الكلف الشمسية كثرت العواصف وسارت في اتجاهات تختلف عن اتجاهات العواصف التي تحدث عند ما تكون الكلف قليلة . وهذه النتيجة ليست في مقام التي سبقتها من حيث ثبوتها وتسليم العلماء بها لأن الحقائق التي تؤيدها انما ظهرت حديثاً . ولكنها آخذة في الانتقال بسرعة من ميدان الجدل العلمي الى ميدان الحقيقة العلمية المثبتة . فالاتقلابات الجوية في نوران

العواصف واتجاهها التي تجعل الانباء بالطقس عملاً غير ثابت تنشأ من تغييرات فجائية في نشاط الشمس الداخلي . فاذا عرفنا كيف نقيس نشاط الشمس وتمكنا من معرفة أثر كل وجهٍ من وجوهه ، في حرارة الجو وعواصفه كنا قد قطعنا مرحلة كبيرة في تنظيم علم موضوعهُ « الإنباء بالطقس »

واذا سلمنا بهذه النتيجة ، اي ان تغييراً في نشاط الشمس الداخلي هو العامل الرئيسي في تغيرات احوال الارض الجوية ، وجب علينا ان نسأل وما سبب الكلف الشمسية وغيرها من الاضطرابات التي تحدث في الشمس. يقول الاستاذ الزورث هنتنغتن : « خطر لي اولاً ان اسند هذه الاضطرابات الى السيارات ولكني لم اجرؤ على التفكير الجدي في هذا الخاطر . واصرح اني خشيت هزء النقاد بي متهميني بالعودة الى علم التنجيم . ولكن الادلة المتجمعة لدينا لا يمكن تجاهلها . والرجال الذين يسلمون بها ليسوا من الرجال الذين تطير بهم هبة نسيم »

وقد اجمعت طائفة من العلماءِ وفي مقدمتها الدكتور اركتوسكي Arctowski العالم الاقليمي البولوني على ان هناك أدلة كثيرة تؤيد القول بأن الكلف تظهر في اوقات دورية تتفق مع اجتماع بعض السيارات . ثم ان الدكتور بوَر Bauer مدير معهد كارنيجي بوشنطن وصل الى النتيجة نفسها من درسهِ للظاهرات المغنطيسية الكهربائية . وخلاصة ما يقوله هؤلاءِ الثقات هو هذا :

تختلف المسافات بين السيارات والشمس في اثناء دورانها حولها باختلاف اهليلجية افلاكها . كذلك تختلف مواقعها النسبية فقد يتفق ان يكون اكثرها على جانب واحد من الشمس فيجتمع اثرها معاً وقد تكون متفرقة فيبطل فعل الواحد منها فعل الآخر. فاذا رسمت خطّاً منحنياً للدلالة على أثر السيارات مجتمعة ومتفرقة وجدنا ان اجتماعها على ناحية واحدة من الشمس يتفق الى حدّ بعيد يبعث على الدهشة ، مع كثرة الكلف الشمسية . ويزيد هذا التوافق اذا حسبنا حساباً لاضطرابات الشمس الاخرى مثل العواصف المغناطيسية والالسنة المندلعة والغيوم اللامعة التي تظهر على وجه الشمس

فاذا كان للسيارات هذا الفعل في الشمس فطريقة فعلها من الشؤون الحيوية التي تهمنا. والظاهر ان واسطة هذا الفعل يجب ان تكون اما النور او الحرارة او الجاذبية او القوة الكهربائية المغنطيسية . اما النور والحرارة فيبعد ان يكونا وسيلة هذا الفعل باجماع الباحثين ، واما الجاذبية فمستحيلة كذلك في رأي الدكتور برون الذي اختصّ بدرس الجاذبية وفعلها في المدّ والجزر . اما الاستاذ شستر — جامعة هارفرد — والدكتوران اركتوفسكي وبوَر فيميلون الى الاعتقاد بأن أثر السيارات في الشمس انما هو اثر كهربائي . وبحث الاستاذ هنتنغتن على ما بسطهُ في كتابهِ « التغيرات الاقليمية » و « الارض والشمس » يؤيد قول هؤلاء

فمن المعترف بهِ الآن ان الشمس تطلق في الفضاء اشعاعات كهربائية ، ومن المرجح لدى علماء الكهربائية ان الطبقة العليا اللطيفة من جوّ كجوّ الارض قابلة للتكهرب تكهرباً قويّاً فاذا بلغ

الضغط الكهربائي درجة معينة اصبح في مقدرتها اطلاق اشعاعات كهربائية في الفضاء . فاذا صحَّ ذلك فالطبقات الخارجية في الاجواء التي تحيط بالسيارات تظلُّ مكهربة كهربة شديدة بالاشعاعات الكهربائية القوية المنطلقة من الشمس . فاذا بلغت كهربتها حدًّا معيناً من القوة اطلقت اشعاعاتها الكهربائية فيصل بعضها الى الشمس ويكون له شأن في اقلاق التوازن الكهربائي على سطحها . ومدى هذا الاقلاق يختلف باختلاف مواقع السيارات وقربها او بعدها واجتماعها او تفرقها

ولا ريب في ان قوة هذه الاشعاعات التي تطلقها السيارات من طبقات اجوائها الخارجية ضئيلة جدًّا ازاء قوة الكلف والعواصف والالسنة المندلعة وغيرها من ظاهرات الاضطراب الشمسي . وهذه الضآلة من اقوى الاعتراضات على هذا الرأي . ولكن الباحثين يرجحون ان هذه القوة الضئيلة تفعل فعل الاصبع في الضغط على زناد بندقية فتنطلق منها قوة ليست قوة الأصبع الاَّ جزءًا من الوف اجزائها

هذه هي الحقائق الاساسية التي يقوم عليها المذهب الكهربائي في بيان علاقة السيارات بالشمس وبها تتصل السيارات بالشمس وبالكلف والطقس وصحة الناس ورخائهم . ولا يدعي أن المذهب ثابت ثبوتاً علميًّا الاَّ رجل احمق . لان الادلة التي يرميه بها ناقدوه كثيرة . ومع ذلك لا نعرف كيف نعلل بعض الظاهرات الجوية الغريبة تعليلاً افضل من تعليلها بهِ

***

اذا صحَّ المذهب الكهربائي في علاقة الشمس بالسيارات فليس لدينا ما يمنع وجود علاقة بين اجرام السماء الاخرى والشمس فتحدث في جوها اضطراباً وثوراناً على منوال الاضطراب الذي تحدثهُ السيارات . ولكن هل في الفضاء من هذه الاجرام ما هو قريب من النظام الشمسي قرباً يمكنهُ من التأثير في جو الشمس ؟ وهل كان منها في الماضي ما فعل فيهِ هذا الفعل ؟ وهل ينتظر ان يكون منها في المستقبل ؟

ان الجواب عن هذه المسائل الخطيرة يتصل بأحدث المكتشفات الفلكية. فأكثر النجوم المعروفة مثلاً هي نجوم مزدوجة . فبدلاً من ان يكون للشمس الواحدة سيارات صغيرة الكتلة اذا قيست بكتلة الشمس يتكوَّن النجم المزدوج من نجمين متساويين تقريباً في كتلتيهما ويدور احدهما حول الآخر او يدوران كلاهما حول مركز واحد . وقد يكون النجمان متساويين كذلك في اشراقهما وقد لا يكونان . وحينئذٍ يكون احدهما ضئيلاً او مظلماً فتستطاع رؤيتهُ بقعة سوداء على سطح رفيقهِ اللامع اذا توسط المسافة بيننا وبينهُ

ولما كان علماء الفلك لم يرصدوا بعدُ طائفة كبيرة من النجوم المنثورة في الفضاء الرحب ولما كان كثير من النجوم المزدوجة من الصنف الذي يشتمل على نجم مشرق وآخر مظلم تتعذر رؤيتهُ الاَّ بعد رصد دقيق ، يرى هؤلاء العلماء ان نصف النجوم المنثورة في الفضاء على الاقل من

الصنف المزدوج . واذا صحَّ ان بين الشمس والسيارات تفاعلاً متبادلاً فأحرِ ان يكون هذا التفاعل عظيم الاثر بين نجمين كبيري الكتلة قريب احدهما من الآخر او بين نجم مشرق ورفيق مظلم . فالانبعاثات الكهربائية ، من النجوم المزدوجة وخاصة من النجوم التي تتألف من نجمين مشرقين ، يجب ان تكون ، جرياً على هذا المذهب ، اقوى من انبعاثات الشمس الكهربائية التي تتأثر بها اجواء السيارات . فاذا ازلنا المشتري من الوجود مثلاً ووضعنا محله شمساً كانت الانبعاثات الكهربائية الناجمة عن تفاعل الشمس الجديدة مع شمسنا الاصلية اقوى الوف الاضعاف من انبعاثات الشمس الآن

وثمة اكتشاف فلكي آخر على جانب كبير من الخطورة يتعلق بحجم النجوم . فقد كانت شمسنا من قبل تحسب جبارة بين الشموس . ولكن علماء الفلك المعاصرين يرون انها متوسطة الحجم او هي دون الوسط قليلاً . فالنجم الاحمر في كوكبة الجبار المعروف بمنكب الجوزاء له قطر يزيد مائتين وخمسين ضعفاً على قطر الشمس . فاذا وضعنا مركز هذا النجم فوق مركز الشمس أضفت دائرتهُ على فلك الارض حتى تكاد تبلغ فلك المريخ . ولو كان هذا النجم يماثل شمسنا في ارتفاع حرارتهِ وشدة فعله لكان تأثيره الكهربائي يزيد على تأثير شمسنا ستين الف ضعفٍ . ولو كان نجماً مزدوجاً لكان تأثيره هذا يزيد اضعافاً لا نستطيع حصرها الآن . ولكن منكب الجوزاء لا يماثل شمسنا في شدة حرارتهِ ولا يعرف عنهُ انهُ مزدوج انما نعرف نجوم اخرى تفوقهُ كثيراً في شدة فعلها من هذا القبيل .

ومن النجوم المزدوجة التي اتجهت اليها مباحث الراصدين نجم يدور جزآه احدهما حول الآخر في اربعة ايام ويبلغ اشراق احدهما ١٢ الف ضعف اشراق الشمس ويبلغ اشراق الآخر ١٥ الف ضعف اشراقها . ولما كان احدهما قريباً من الآخر فلا مندوحة عن ان يحدث كل منهما اضطراباً بعيد المدى في جو رفيقهِ . ولا نبالغ اذا قلنا ان الانبعاثات الكهربائية من نجم مزدوج كهذا تفوق مليون ضعفٍ انبعاثات شمسٍ مفردة كشمسنا

واننا لنتحقق خطورة هذه المكتشفات الجديدة متى ادركنا ان الارض لا تدور حول الشمس والسيارات لا تدور حول الشمس فحسب ، بل ان النظام الشمسي بأسره سائر في الفضاء وان النجوم والسدم سائرة كذلك كل في طريقهِ المرسوم . فعلاقة شمسنا ونظامنا الشمسي — بغيرها من الشموس والسدم قرباً وبعداً لا تستقر على حال واحدة بل هي تتغير دائماً . وقد كان يظنُّ من قبل ان المسافات بين النجوم كبيرة جدًّا حتى لا يحتمل قط ان تقترب الشمس — رغم سرعة حركتها — من احدها اقتراباً يجعل لاحداها اثراً في الاخرى . ولكن ذلك كان يصح لما كنا نقيم وزناً لاثر الجاذبية فقط . ولما كنا لا نفهم شيئاً عن الاثر الكهربائي

فالتأثير الجاذبي يتوقف على جرم النجمين المتجاذبين ومربع المسافة بينهما . وأما التأثير الكهربائي

فيتوقف على جرمهما وحرارتهما ودرجة الاضطراب في جويهما توقّفهُ على المسافة بينهما . فاذا كان لدينا نجم درجة حرارتهِ مضاعف درجة حرارة الشمس وقطره عشرة اضعاف قطرها كان التأثير الناشيء عن انبعاثات الضوء منهُ ١٦٠٠ ضعف تأثير الشمس . فالذي نخرج بهِ من المكتشفات الفلكية الجديدة التي اوجزناها فيما تقدم ان المسافة التي يجب ان تفصل بين شمسين حتى تؤثر احداها في الاخرى تأثيراً كهربائيًّا اعظم جدًّا مما كنا نظن قبلاً . وان احتمال اقتراب شمسنا من شمس اخرى في اثناء سيرها في الفضاء كبير فهو جدير بالعناية . ولكي يتمكن الاستاذ الزورث هنتنغتن من ضبط هذا الاحتمال استعان بالاستاذ شلايز نغر من مرصد جامعة يايل والدكتور هارلو شابلي من اساتيذ جامعة هارفرد على حساب مواقع اهم النجوم القريبة من الشمس في السبعين الف السنة الماضية والسبعين الف السنة القادمة

***

وقد ضبطت مواقع ٣٨ نجماً من هذه النجوم واهملت نجوم اخرى لعدم توافر الحقائق اللازمة لضبط مواقعها . من هذه النجوم الثمانية والثلاثين لم يثبت له ان واحداً منها مزدوجاً كان او شديد الاشراق اقترب من شمسنا في الـ ٢٤ ألف السنة الماضية اقتراباً كافياً لاحداث اثر فيها ولا ينتظر ان يقترب منها في الـ ١٧ الف السنة القادمة . ولكن ثبت ان خمسة من هذه النجوم كانت قريبة من شمسنا بين السنة ٢٤٠٠٠ والسنة ٤٩٠٠٠ الماضية وهي المدة التي يظن العلماء انها مدة العصر الجليدي الاخير . وهذه النجوم الخمسة نظراً الى جرمها او نظراً الى انها نجوم مزدوجة كان لها اثر كهربائي كبير في جو الشمس . كذلك ينتظر ان تقترب شمسنا في المدة الواقعة بين سنة ١٧٠٠٠ و ٣٤٠٠٠ من اليوم من سبعة نجوم اقتراباً يمكن هذه النجوم من التأثير في جو الارض . وخمسة منها مزدوجة واحدها نجم الفا قنطورس . وكلها كبيرة الجرم يحتمل ان يكون اثرها في جو الشمس شديداً جدًّا. وكلتا الطائفتين من النجوم اي التي اقتربت من الشمس بين ٢٤٠٠٠ سنة و ٤٩٠٠٠ سنة قبل اليوم والتي ينتظر اقترابها بين ١٧٠٠٠ سنة و ٣٤٠٠٠ بعد اليوم شديدة الاثر من حيث بناؤها (مزدوجة او غير مزدوجة) وجرمها فهي تفوق في ذلك النجوم التي كنا على مقربة منها من ٢٤٠٠٠ سنة الى اليوم وسنظل على مقربة منها الى ١٧٠٠٠ سنة من اليوم . واذاً من حيث اثر النجوم في جو الشمس فليس لدينا ما يمنع القول بأن العصر الجليدي الاخير وافق اقتراب بعض هذه النجوم من الشمس واننا الآن في عصر غير جليدي لعدم تأثر شمسنا باقتراب هذه النجوم وانهُ بعد مرور ١٧٠٠٠ سنة قد يبدأ عصر جليدي آخر للسبب عينهِ

ونجم الفا قنطوروس من اجدر النجوم الثمانية والثلاثين بالعناية . ولعلَّ جانباً من هذه العناية منشؤه قرب هذا النجم من الشمس . فهو اقرب النجوم اليها . ثم ان الفا قنطوروس نجم مزدوج اشراق كل جزء منهُ كاشراق شمسنا . ولهما تابع ثالث اضأل منهما يدور حولهما على مسافة بعيدة منهما

اما الجزآن الاصليان في هذا النجم فيدوران احدهما حول الآخر في نحو ٨١ سنة واهليلجية فلكيهما كبيرة بحيث اذا صارا على اقرب ما يكون احدهما للآخر كانت المسافة بينهما نصف ما تكون متى كان احدهما ابعد ما يكون عن الآخر . فالانبعاثات الكهربائية منهما وفعلها في النجوم الاخرى القريبة منهما يجب ان تزيد — بحسب مذهبنا — متى اقترب احدهما من الآخر وان تنقص متى بعد احدهما عن الآخر . وقد ثبت من مراجعة المدوَّنات عن كلف الشمس ان ازدياد اضطراب الشمس يتفق واقتراب احد نجمي الفا قنطوروس من الآخر وينقص متى اخذا يبعدان احدهما عن الآخر. ومما لا شك فيهِ ان دورات الكلف الشمسية ناجمة في الغالب عن اثر السيارات في الشمس وخاصة اجتماع زحل والمشتري . ولكن زيادة الكلف عن المتوسط المعتاد الموافق لاقتراب جزئي الفا قنطوروس يدلُّ على ان هناك علاقة — قد تكون مجرَّد اتفاق ولكنهُ اتفاق جدير بالنظر

فبناء على مجموع الادلة التي بسطناها يصحُّ ان نعنى بالمذهب القائل بأن مقدَّراتنا مكتوبة في النجوم . ولكن لا يصحُّ قط ان نسلم بهِ على انهُ مذهب ثابت . ان سير الشمس وسياراتها في الفضاء الرحب شبيه برحلة حافلة بالمغامرات . ففي عصر من العصور الجيولوجية تمرُّ شمسنا بقرب نجوم صغيرة الجرم ضعيفة الفعل فيظلُّ جوُّها في حالة استقرار نسبي ويكون الاقليم معتدلاً لا يتغير وتبقى انواع الحيوانات والنباتات على حالها لا تنالها يد التحوُّل عصوراً طوالاً . ثم تمر الشمس في منطقة اخرى فتقترب من نجوم كبيرة مشرقة مزدوجة او متغيرة فتتأثر بالواحدة ثم بالاخرى . فيضطرب جوُّها وينشأ عن ذلك عصر جليدي ويتلوه آخر فآخر . وهذه العصور الجليدية المتعاقبة تكون شبيهة بالعصور الماضية التي كان لها اكبر اثر في نشوءِ الانسان القديم . وقد تمرُّ الارض في اثناء اقترابها من النجوم المشرقة الكبيرة بنجوم اصغر جرماً واقلَّ اشراقاً فيقع في جوّ الشمس اختلافات صغيرة في اضطرابها الشديد وهذا ينوّع حالة الاقليم مما يكون ذا اثر في سرعة عمل النشوءِ . فاننا نرى حتى في يومنا هذا ان لاختلاف مواقع الشمس والارض والسيارات وجزئي الفا قنطوروس صلة بالعواصف والفيضانات والجفاف والمجاعات

ولا بدَّ ان يقول القارئ المفكر ان كل هذا قول نظري . وهو كذلك . ولكن لا بدَّ من ان يتقدم البحثُ النظري كلَّ خطوة يخطوها العلم . ولا بدَّ من البحث عن كلّ مفتاح لاسرار الكون المغلقة مهما يكن بعيد المنال

مقام الانسان في الكون

في مساءِ ٧ يناير سنة ١٦١٠ جلس غاليليو غاليلي استاذ الرياضة في جامعة پادوى الايطالية امام تلسكوب صنعهُ بيديهِ . فكان ذلك التاريخ من الحدود التي تختم عهداً وتجيء فاتحة لعهد جديد

قبل ذلك بثلاثة قرون كان روجر بايكون ، مستنبط النظارات ، قد بيَّن كيف يمكن صنع تلسكوب يمدُّ في قوة العين البشرية و« يقرب النجوم الينا ما نشاء » . ومع ذلك لم يصنع التلسكوب الاول الاَّ سنة ١٦٠٨ صنعهُ رجل فلمنكي يدعى لپرشي . فلما سمع غليليو بهذه الآلة ، اخذ يبحث محاولاً الكشف عن المبادىء التي ينطوي عليها بناؤها ثم شرع في بناء تلسكوب لنفسهِ على هذه المبادىء فلما اتمه فاق في قوتهِ تلسكوب لپرشي . وما ذاع نبأ تلسكوب غليليو في ايطاليا حتى احدث هزة في دوائرها الفكرية فدعي الى البندقية ليعرضهُ على الدوج واعضاءِ مجلسهِ . وفي ذات صباح شاهد سكان البندقية حكامهم الشيوخ يصعدون الى قمة برج اقيم التلسكوب عليهِ ليروا بهِ سفناً في عرض البحر لا تتبيَّنها العين المجرَّدة

والظاهر ان بناء هذا التلسكوب استغرق عناية غليليو كلها حتى كاد ينسى المسألة التي يحاول حلّها . ذلك ان ڤيثاغوراس وفيلولاوس كانا قد علّما قبل الفي سنة ان الارض ليست ثابتة في الفضاء بل تدور على محورها مرة كل ٢٤ ساعة فيحدث دورانها هذا اختلاف الليل والنهار . وذهب ارسترخس — وهو في رأي السر جيمز جينز اعظم رياضيي اليونان — الى ان الارض تدور حول محورها وتدور كذلك دورة سنوية حول الشمس فتحدث هذه الدورة السنوية تعاقب الفصول[1]

ثم أُسدِل ستار الاهمال على هذه المذاهب التي ايدتها المكتشفات الحديثة . ذلك لان ارسطوطاليس قال بخطإِها ، مؤكداً ان الارض ثابتة في مركز الكون . ثم جاءَ بطلميوس[2] الاسكندري وعلَّل مدارات السيارات في الفضاءِ بنظام معقَّد خلاصتهُ ان السيارات تسير في افلاك مستديرة حول نقط متحركة . وهذه النقط بدورها تسير في دوائر حول الارض الثابتة . ووافقت الدوائر الروحية على هذا المذهب اذ كيف السبيل الى الاعتقاد بان « الفداء » قد تمَّ في مكان غير مركز هذا الكون العظيم

ولكن حتى الدوائر الروحية المسيحية كان فيها رجال لا يسلّمون بالرأي البطلميوسي كلَّ التسليم .

---

(١) فيثاغوراس (القرن السادس ق . م) فيلولاوس (حوالي ٤٨٠ ق . م) ارسترخس (حوالي ٢٧٢ ق . م) من اشهر علماء اليونان الاقدمين وفلاسفتهم (٢) بطلميوس الاسكندري فلكي وجغرافي ولد في اليونان وبحث وعلم في الاسكندرية بين ١٢٧ ب . م و ١٤١ او ١٥١ ب . م

فالاسقف اورسمي (لنزيو) والكردينال نيقولا (كوزا) ابديا اعتراضهما عليهِ سنة ١٤٤٠ فقال ثانيهما « لقد ظننت من زمن ان الارض ليست ثابتة ولكنها تتحرك كالنجوم الاخرى . واني أرى ان الارض تدور على محورها مرة كلّ يوم »

ولكن اقوى اعتراض اعترض بهِ على هذا المذهب جاءَ من ناحية الفلكي البولوني قوبرنيقُس[1] اذ اثبت في مؤلفهِ الكبير انالنظام المعقد الذي ابدعهُ بطليموس لتعليل حركات السيارات لامسوّغ لهُ . بل في استطاعتنا تعليل افلاك السيارات بحسبان الارض والسيارات تدور جميعها حول الشمس الثابتة . ومضت ست وستون سنة على ظهور رأي قوبرنيقس والجدال محتدمٌ حولهُ ولكن لم يوفق احد لاثباتهِ او نفيهِ

على ان غليليو وجد ان تلسكوبهُ وسيلة فعَّالة لامتحان بعض المذاهب الفلكية .فانهُ لما وجَّهُ هذا التلسكوب الى المجرّة (درب التبّان) قضى على كثير من الخرافات والاساطير والظنون التي تدور حول بنائها اذ ثبت لهُ ان ما يبدو للعين المجرّدة لطخاً او غيوماً ليس الاَّ مجموعة كثيفة من النجوم منثورة في الفضاءِ يتعذرعلينا تمييز النجم عن النجم فيها لبعدها الشاسع .وحوَّل تلسكوبهُ الى القمر فشاهد الجبال وظلالها فاثبت ما كان برونو قد ذهب اليهِ في قوله ان القمر عالمٌ يشبهُ الارض . افلا يستطيع هذا التلسكوب ان يبين لنا الصحيح من الفاسد في مذهبي بطليموس وقوبرنيقس ؟ هل الارض مركز الكون كما يقول الاول او هي سيار يدور حول الشمس شأنها شأن سائر السيارات

واذ كان غليليو يرصد المشتري بتلسكوبه كشف عن اربعة اجسام صغيرة تدور حولهُ — كفراشات تدور حول شمعة على ما يقول السر جيمز جينز[2] — خطر لهُ ان المشتري والاجسام التي تدور حولهُ ليست الاَّ مثالاً دقيقاً للنظام الشمسي الذي يقول بهِ قوبرنيقس . ولكن غليليو لم يدرك أثر هذا الاكتشاف الفلسفي بل اكتفى بقولهِ انهُ اكتشف اربعة سيارات صغيرة يتبع بعضها بعضاً حول المشتري

وبعد انقضاءِ تسعة اشهر على ذلك اثبت ان للزهرة وجوهاً كوجوه القمر اي انها تمرّ في ادوار هي الهلال والربع الثاني والربع الثالث والبدر . وهذا قولٌ كان قوبرنيقس قد سبق اليهِ وقال ان تركيب النظام الشمسي على المثال الذي قال بهِ يقضي بأن يكون لعطارد والزهرة — وهما السياران اللذان بين الارض والشمس — وجوه كوجوه القمر . وهذا تلسكوب غليليو يؤيد بالمشاهدة قول قوبرنيقس النظري !

(١) فلكي بولوني (١٤٧٣ — ١٥٤٣ ب.م) (٢) السر جيمز جينز فلكي ورياضي انكليزي معاصر . ولد سنة ١٨٧٧

هذه المكتشفات اثبتت ان ارسطو طاليس وبطلميوس وغيرهم ممن اخذ اخذهم كانوا على خطإٍ في حسبانهم الارض مركز الكون . فالانسان في تقرير مقامهِ في الكون كان الى عهد غليليو مدفوعاً برغبتهِ ورفعهِ لقدر نفسهِ . فلما طلع المذهب الجديد احتقره اولاً وقاومهُ واضطهد اصحابهُ ثانياً . لانهُ اذا صحَّ هذا القول فقد انثلَّ العرش الذي قام عليهِ وتحوَّل موطنهُ من مركز الكون الى سيار متوسط يدور حول شمس متوسطة بين الالوف والملايين من الشموس المنثورة في رحاب الكون

وبعد ما فاز غليليو بتوضيح بناء النظام الشمسي بحسب المبادىء التي قال بها قوبرنيقس وكبلر عني العلماءُ ردحاً من الزمن بالبحث عن كل ما يتعلق بهذا النظام فقاسوا المسافات بين السيارات وعينوا مواقعها ومداراتها وسرعتها . وظلت هذه المباحث مستولية على اذهان الباحثين طيلة القرن الثامن عشر والجانب الاول من القرن التاسع عشر . ولكن نفراً من الفلكيين المعروفين بالخيال الوثـاب تطلعوا الى النجوم الثوابت التي خارج النظام الشمسي ، وقالوا انها شموس كلٌّ منها كشمسنا . وكان تكهنهم خارجاً عن نطاق العلم اليقيني اولاً . فشحذوا الاذهان لاستنباط ما يمكنهم من امتحان آرائهم ، فأخذوا يتقنون وسائل الرصد والقياس واستنبطت الفوتغرافيا فانتقل علم الفلك في اواسط القرن الماضي من العناية بشؤون النظام الشمسي الى العناية بشؤون النجوم واعظم الفضل في هـذا الانتقال يرجع للسر وليم هرشل وابنهِ السر جون هرشل وهما من اعظم علماءِ الفلك المحدثين . فلما ادرك العلماء حدود المجرَّة في بحثهم اخذوا يتطلعون الى ما وراءها في الفضاء الرحب . وجرياً على مبدإِ التماثل قال بعضهم بوجود انظمة نجمية كبيرة مماثلة للمجرة . وهـذا منشأ القول « بالعوالم الجزرية » . ومؤداه ان خارج مجرتنا في فضـاءِ الكون الرحيب عوالم كلٌّ منها كالمجرة ، منثورة كالجزر في بحر الفضاءِ

فاذا حاولنا ان نلخص الخطوات المتتابعة التي خطاها علم الفلك قلنا انهُ الانتقال من حسبان الارض مركز الكون ، الى درس النظام الشمسي ، الى درس نظام المجرَّة وعدد نجومها وابعادها وشكلها ، الى درس المجرَّات العديدة المعروفة بالعوالم الجزرية خارج المجرَّة

فالنظام الشمسي يشتمل على الشمس وتسعة سيَّارات تدور حول اكثرها اقمار، ومئات من النجيمات تسير في منطقة بين المريخ والمشتري في افلاك غريبة بعضها شديد الشذوذ

والمجرَّة التي منها نظامنا الشمسي مجموعة من الاجرام عدسية الشكل مستطيلة تشتمل على عدد كبير من النجوم وثلاثة انواع من السدم . ويبلغ عدد نجوم المجرَّة على تقدير سيرز [١] ٣٠٠٠٠ مليون نجوم وترتقي في تقدير شابلي[٢] الى ١٠٠٠٠٠ مليون نجم . ويبلغ قطر المجرَّة الاطول ٢٢٠٠٠٠ سنة ضوئية اي المسافة التي يجتازها الضوء في ٢٢٠٠٠٠ سنة سائراً بسرعة ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية

(١) احد علماء مرصد جبل ولسن (٢) احد اساتذة الفلك في هارفرد

ثم هنالك المجرّات الكائنة خارج مجرتنا وهي سدم لولبية الشكل . اقربها الينا يبعد عنا ٨٥٠٠٠٠ سنة نورية . ويرجّح ان المادة التي تحتوي عليها المجرّة المتوسطة كافٍ لتكوين نحو الفي مليون نجم . والمسلَّمُ بهِ عند علماء الفلك الآن بناء على قول الدكتور هبل [1] ان تلسكوب مرصد جبل ولسن الذي قطر مرآتهِ العاكسة ١٠٠ بوصة يستطيع الوصول الى نحو مليونين من هذه «العوالم الجزرية» يبعد احدها عن الآخر نحو مليوني سنة ضوئية وأبعدها عنا يبعد ١٤٠ مليون سنة ضوئية . والمنتظر انهُ متى تمَّ بناء التلسكوب الجديد الذي سوف يكون قطر مرآتهِ ٢٠٠ بوصة تمكن الراصدون من الوصول بهِ الى ١٦ مليون مجرّة من هذه المجرّات بدلاً من مليونين

ولا تقل عظمة الكون امتداداً في الزمن عن عظمتهِ امتداداً في المكان . ولكن الوقت لا يتسع لبيان ذلك . فنكتفي بالقول بأن عمر الشمس كنجم مضيءٍ يقدَّر بنحو خمسة ملايين مليون سنة وبأن عمر الارض يقدَّر بنحو الفي مليون سنة وعمر الحياة عليها بنحو ٣٠٠ مليون سنة وعمر الانسان عليها بنحو ٣٠٠ الف سنة . هذا في الماضي . اما المستقبل فصعب تحديده فقد تظلُّ الشمس شمساً متناقصة الضياءِ مدة تتراوح بين ٥٠ مليون مليون سنة و ٥٠٠ مليون مليون مليون سنة

في هذه الرحاب الفسيحة المأهولة بملايين الملايين من الشموس نرى شمسنا التي نستمدُّ منها الحياة . فهي متوسطة بين الشموس اشراقاً . فالعلماء يعلمون عن شموس تفوق شمسنا عشرة آلاف ضعفٍ في تألقها . ويعرفون كذلك شموساً لا يبلغ تألقها سوى جزءٍ من عشرة آلاف جزء من تألق شمسنا . كذلك اذا نظرنا اليها من حيث كتلتها وحرارة سطحها وسرعة حركتها وجدناها اقرب الى المتوسط ، فهي في جماعة الشموس كالرجل المتوسط في جماعة من الناس . فهل اسرفت الطبيعة هذا الاسراف في الزمان والمكان والمادة ، لتجعل الانسان ذروتها الفردة ؟ او هي مهّدت لهُ سبيل الحياة في العوالم الاخرى ؟

سنحاول في ما بقي من المقال سرد الادلة الفلكية التي تدور حول سكنى العوالم المختلفة . فالرأي السائد ان الجواب عن هذا السؤال هو الغرض من عمل الفلكيّ . والواقع ان الفلكي — بوجهٍ عام — لا يعنى بهذه المسألة الاَّ عناية ثانوية تنشأ عما فيها من الخفايا التي تستهوي النفوس والأذهان

ومن العبث ان نتكهن هنا باشكال الحياة التي يحتمل نشؤها في احوال غير الاحوال التي نعرفها على سطح الارض . واذا كنا قد فهمنا اقوال علماءِ الحياة والآثار المتحجرة وحملناها على محملها الصحيح ، فالحيوانات اللبونة هي المحاولة الثالثة التي حاولتها الطبيعة لخلق احياءٍ يتصفون بمرونة تمكنهم من التحوُّل تبعاً لمقتضيات البيئة . فثمة تفصيلات يسيرة جدًّا قد يكون من شأنها القضاء على شكل من اشكال الحياة او تعزيز شكل آخر . وثمة خطوة خطيرة يجب ان تخطوها الحياة في

(١) احد علماء مرصد جبل ولسن

الانتقال الى مستوى الشعور والتفكير . وكلُّ هذه شؤون بعيدة جداً البعد عن بحث الفلكي الصميم

ولكي نبعد بالبحث عن كل قول تشتمُّ منهُ رائحة التهكن نقول اننا نقصد بالحياة التي نبحث عنها في رحاب الكون حياة كالتي نعرفها على سطح الارض وان الاحوال اللازمة لها هناك هي كالاحوال اللازمة لها هنا ، مسلمين انهُ اذا ظهرت على جرم من الاجرام السماوية بيئة كالبيئة اللازمة لظهور الحياة على الارض ، ظهرت الحياة على ذلك الجرم حتماً

فانبدأ بالنظام الشمسي . اننا لا نرى من السيارات غير المريخ والزهرة قابلين لظهور الحياة عليهما . اما السيارات الباقية فظهور الحياة ممتنع عليها ، اما لشدة الحرارة كما على عطارد او لشدة البرد وضآلة نور الشمس كما على سطوح المشتري وزحل واورانوس ونبتون وبلوطو

﴿ الزهرة ﴾ — والزهرة تصلح على ما نعلم لحياة مماثلة للحياة الارضية . فحجمها قريب من حجم الارض ، وهي ادفأ منها قليلاً ، ويحيط بها جوٌّ وافي الكثافة . ولكن ظهر من المباحث السبكترسكوبية ان ليس في جوّها الخارجي عنصر الاكسجين وهذا يحمل الباحثين على الريب في وجود الاكسجين حرًّا غير مركب على سطحها

ولكن البحث في هذه الناحية لا يكفي بعد لابداء حكم قاطع . فاذا نقل الاحياء من الأرض الى سطح الزهرة ففي استطاعتهم ان يعيشوا عليه عيشة عادية — الاَّ العالم الفلكيَّ — فعليهِ حينئذ ان يختار مهنة غير مهنتهِ لان سطح الزهرة غير صالح للفلكيين لجوها مشبّع ببخار الماء وسطحها محجوب عنا دائماً بالغيم والضباب . ولذلك لا نستطيع ان نعرف شيئاً كبيراً عن معالم سطحها . والفلكيون لا يعرفون معرفة اكيدة سرعة دورانها على محورها . ولا اتجاه هذا المحور

ويجدر بنا ان نذكر نظرية لها ارتباط بالزهرة . فبعضهم يظن ان الفراغ الذي تشغله مياه المحيط الهادىء على الارض الآن حدث لما انفصل القمر عن الارض . ولا ريب في ان هذا الغور كان له اثر عظيم في الحياة على سطح الارض اذ نزح الماء من سطح اليابسة . فاذا رُدم هذا الغور كفى الماء الذي يملؤهُ لغمر جميع القارات . فمن طريقة غير مباشرة نرى ان ظهور اليابسة على سطح الارض مرتبط بالقمر بحسب هذه النظرية . ولكن الزهرة سيار ليس له قمر . ولما كانت مشابهة للارض في كثير من الوجوه فيحق لنا ان نستنتج بأنها عالم يغمره الماء وأحياؤهُ اذا وجدت اسماك في الغالب

وهذا يبين لنا ان مصير الحياة العضوية يكون في كثير من الاحيان مرتبطاً بحوادث لا علاقة لها في الظاهر بنشوء الحياة وتطورها

﴿ المريخ ﴾ — لعلّ العلماء لم يختلفوا في رأي فلكي اختلافهم في وجود الحياة على المريخ . فالدكتور بكرنج[1] يذهب الى انهُ من الثابت تقريباً وجود احياء عاقلين على سطح المريخ وانهم يحاولون

---

(١) الدكتور بكرنج مدير فرع مرصد جامعة هارفرد في بلدة مندفيل بجاميكا

التخاطب معنا ويعارضهُ في ذلك الدكتور ابُت[١] فيقول ان الحياة على المريخ محصورة في الاحياء النباتية الدنيا لعدم موافقة الاحوال الجوية التي تحيط بهِ لغيرها من الاحياء . وبين الطرفين تجد الاساتذة رسل[٢] وايتكن[٣] وفشر[٤] وهم يقولون ان وجود احياء راقية او عمران اناس متمدنين على سطح المريخ ليس مستحيلاً ولا هو غير مرجَّح . ولكنهم يذهبون كذلك الى ان الادلة العلمية التي جمعها الباحثون الى الآن لا تثبت ان الاحياء التي على سطح المريخ اعلى من النباتات والحيوانات الدنيا

فلقد ثبت من المباحث الحديثة ان على سطح المريخ وفي جوهِ حرارة وماء واوكسجيناً وهي المواد الثلاث اللازمة للحياة . وقد ايدت المباحث الفتوغرافية الارصاد بالعين المجردة في ان الاحوال اللازمة للحياة لا تختلف كثيراً في جو المريخ عنها في جو الارض

ولعلَّ اكبر المباحث شأناً في هذا الصدد قياس الحرارة في جو المريخ قياساً دقيقاً قام بهِ الدكتور كوبلنتز[٥] بعد ما استنبط ادارة دقيقة لذلك تدعى الترموكپل . فوجد ان درجة الحرارة على سطح المريخ تبلغ حوالي الظهر ٦٠ درجة بمقياس فارنهيت اي نحو ١٥ درجة بمقياس سنتغراد وهي مثل حرارة الجو في القاهرة حوالي الظهر في ايام الشتاء الباردة . وهذه النتيجة تخالف رأي العلماء سابقاً اذ كانوا يظنون ان درجة الحرارة في جو المريخ لا ترتفع عن درجة الصفر (الجليد)

ولما سئل الدكتور كوبلنتز عن رأيهِ في سكان المريخ وهل هو دار لاحياء بلغوا درجة بعيدة من الرقي العقلي قال لا نعلم . انما نعلم الآن شيئاً محققاً عن درجة الحرارة في جوه فالمباحث الحديثة تؤيد القول بأن حرارة جوّ المريخ قرب الظهر فوق درجة الجليد . وقد دوّنت حتى الآن درجات من الحرارة تتباين من درجة ٤٠ الى درجة ٦٠ بميزان فارنهيت وهذه الحرارة صالحة للحياة على ما يعرف من مراقبة الاحياء الارضية

اذا نظرنا الى المريخ بتلسكوب ضخم رأينا على سطحهِ بقعاً وخطوطاً وقد علم من عهد السر وليم هرشل انهُ اذا جاء الشتاء في المريخ تكونت على كل من قطبيهِ بقعة بيضاء كبيرة ثم تنحسر رويداً رويداً بمجيء فصل الصيف ان لم تزل تماماً . ويظهر بقياس التمثيل بين الارض والمريخ ان فيهِ ماء وهذا الماء يجمد ويصير ثلجاً وجليداً عند القطبين في فصل الشتاء ثم يعود ماء في فصل الصيف . اما الخطوط التي ترى على سطحهِ فظُنَّ اولاً انها اقنية صناعية للري . واستدل بها لول وغيره على ان صانعيها قوم بلغوا درجة عالية من الارتقاء العقلي ومعرفة الاصول الهندسية . ولكن مباحث الاستاذ انطونيادي بمرصد مودون قرب باريس ومباحث علماء الفلك بمرصد جبل ولسن

(١) الدكتور أبت مدير المرصد الفلكي الطبيعي بالمعهد السمثصوني الاميركي
(٢) الدكتور رسل مدير المرصد بجامعة برنستن ونائل الوسام الذهبي من الجمعية الملكية الفلكية بلندن
(٣) الدكتور ايتكن مدير مرصد لك
(٤) الدكتور فشر امين علم الهيئة في متحف التاريخ الطبيعي بنيويورك
(٥) الدكتور كوبلنتز من علماء مصلحة المقاييس في الحكومة الاميركية

ومرصد لول ايدت القول بأن هذه الخطوط تدل على وجود خضرة على سطح المريخ ، اي ايدت القول بوجود احياء نباتية على سطحهِ . فقد لوحظ مثلاً ان لون هذه الخطوط والبقع اخضر في ربيع المريخ ثم يتحول قليلاً قليلاً فيصير اسمر نحاسيًّا في الخريف

على ان وجود النبات يكون عادة مصحوباً بوجود حيوانات من المراتب الدنيا . ولذلك ترى طائفة من العلماء مجمعين على ان هذه هي الحال على المريخ . والدكتور ادمز يقول ان مباحث الاستاذ ريط احد علماء مرصد جبل ولسن تثبت ان للمريخ جوًّا يحتوي على بخار الماء وبعض الغيوم وان ازدياد ثلج القطبين في الشتاء ونقصهُ في الصيف يؤيدان وجود الماء . وقد كشف الباحثون في مرصد جبل ولسن عن الاكسجين في جو المريخ . فقد اجتمعت لدينا اذاً كل العناصر اللازمة للحياة كما نعرف مقوماتها — الحرارة والاكسجين والبخار المائي والماء . والمباحث الحديثة تدل على ان هذه الاحياء ، نباتات وحيوانات من المراتب الدنيا . هنا نصل الى الحد الفاصل بين الدليل العلمي والتخيل . ان الادلة الوافرة التي عرضها الاستاذ لول ليؤيد بها قوله بأن المريخ دار لاحياء بلغوا درجة عالية من الرقي العقلي وشأواً بعيداً في العلوم والصناعات ، لا نستطيع ان ننفيها نفياً باتًّا ولا ان نؤيدها . فهي قائمة على رصد المريخ بالعين المجردة ورؤية اشياء دقيقة لا بد ان يختلف الباحثون في تعليلها . ولا نعرف الآن طريقة علمية لحل هذه المسألة والبت فيها ما زالت آلات الرصد كما هي رغم تقدمها ، لذلك يجب ان نترك هذه المسألة معلقة الآن

فاذا لم نجد في سيارات النظام الشمسي سياراً يرجح وجود اشكال الحياة الراقية على سطحهِ افلا نرى في الوف الملايين من النجوم المنثورة في الفضاء سيارات يحتمل ان تتوافر فيها بيئة مواتية للحياة ؟ قد يكون من التهور انكار وجود الحياة في مكان آخر غير الارض وان الطبيعة لم تجرب تجربتها في خلق الانسان في مكان آخر من هذه الرحاب الفسيحة . ولكن ثمة اعتبارات علمية تمنعنا من السخاء في جعل نواحي الكون مزدحمة بالسكان

فاننا لدى رصد النجوم ندهش اشد الدهشة اذ نرى طائفة كبيرة من النجوم التي نرى كل نجم منها نقطة لامعة في الفضاء مؤلفاً من نجمين فيعرف بالنجم المزدوج . فاذا عجز التلسكوب عن بيان ذلك استدللنا عليهِ بالسبكترسكوب . ويرجح الباحثون ان نجماً واحداً من كل ثلاث نجوم هو نجم مزدوج . والنجم المزدوج هو في الواقع شمسان كل منهما من طبقة شمسنا تدور احداهما حول الاخرى او تدوران كلاهما حول نقطة واحدة . فالنظام الذي يتألف من شمس في المركز وسيارات تدور حولها ليس المثال الذي بني عليهِ هذا الكون . وفي النجم المزدوج يجب ان نسلم بعدم وجود سيارات تدور حول جزئيهِ ، لسببين اولهما ان النجم الاصلي حقق ميله الى الانقسام فانشطر الى شمسين بدلاً من ان ينثر منهُ كتلاً صغيرة تصبح سيارات . والثاني صعوبة وجود افلاك ثابتة للسيارات حول شمسين تدور احداهما حول الاخرى او تدوران حول نقطة واحدة

وانقسام الشمس الى قسمين او انتثار الكتل الصغيرة منها سببهُ الاظهر سرعة الدوران . فان الكرة الغازية كلما تقلصت زادت سرعتها حتى تبلغ درجة يتعذر عندها على الكرة ان تحفظ اجزاءها متماسكة فتنقسم او تنطلق منها حلقات بحسب رأي لابلاس السديمي كل حلقة منها تصبح سياراً فيما بعد . ولكن لولا النظام الشمسي الذي ينطبق عليهِ رأي لابلاس لكان يحتّم علينا بأن تقول ان سرعة الدوران في الكتلة الغازية تسفر عن انشطارها الى شطرين متساويين تقريباً . وقد يقال ان هاتين الطريقتين متساويتان في فعلهما . فالكتلة الغازية تنشطر آناً الى شطرين او تنتثر آناً آخر سيارات صغيرة بالنسبة اليها كسيارات النظام الشمسي . ولكن الواقع يثبت ان علماء الفلك تمكنوا من رؤية كثير من النجوم المزدوجة ولكنهم لم يعثروا قط على نظام كالنظام الشمسي في رحاب الفضاء . يؤيد ذلك البحثُ في الغازات الدائرة بسرعة عظيمة . ومع ان هـذا البحث معقد والنتائج ليست حاسمة ، فقد وجد السر جيمز جينز ان الانحلال الحاصل في كتلة غازية تدور دوراناً سريعاً يفضي الى الانشطار لا الى تكوين نظام مؤلف من كتلة مركزية كالشمس والسيارات حولها . فالنظام الشمسي ليس مثالاً لنشوءِ النجوم . ولا هو مثل عادي . ان هو الاَّ فلتة

ثم ان احتمال تألب عوامل مختلفة لاحداث نظام شمسي كهذا النظام بعيد جدًّا : فعلماء الفلك المحدثون يرون ان كتلة الشمس الاصلية الغازية كانت آخذة في التقلُّص بسبب اسراع دورانها حتى اصبحت تميل الى الانشطار . وانها لكذلك اتفق مرور شمس كبيرة قربها — اي في حدود فلك بلوطو — بسرعة متوسطة فسبقت شمسنا في سيرها او شمسنا سبقتها . فأحدثت مدًّا في كتلة شمسنا . وما زال هذا المدُّ يرتفع حتى بلغ درجة انتثر عندها الى مجار من المادة اللطيفة ما لبثت ان تقلصت وأصبحت سيارات . وان ذلك كان من نحو الف مليون سنة او اكثر . ومنذ ذلك الحين سارت الشمس الاخرى في طريقها ونظام السيارات ليس الاَّ أثراً من آثارها

فتألب كل هذه الحوادث غير محتمل حتى في حياة النجوم الطويلة . فان توزع النجوم في الفضاء شبيه بعشرين كرة من كرات التنس موزعة في كرة قطرها ثمانية آلاف ميل . واقتراب الشمس المذكورة من شمسنا هو كاقتراب احدى هذه الكرات من كرة اخرى حتى تصير على بضع يردات منها . ويرى السر ارثر ادنغتن (١) ان احتمال وقوع هذا هو كنسبة واحد الى مائة مليون . اما وقد حصرنا احتمال وجود الحياة هذا الحصر فيمكننا ان نمضي في الحصر بذكر اعتبارات اخرى لا بدّ من توافرها للحياة كما نعرفها في هذا العصر وخصوصاً اشكال الحياة العليا ، كالعوامل المختلفة المعقدة التي لها أثر في نشوءِ اشكال حية وارتقاءِ الحيوانات في السلسلة المحكمة المعروفة للبيولوجيين

هذه هي الحقائق الاساسية التي يسلم بها علماء الفلك المحدثين . عرضناها في هذا الفصل ، مكتفين بمجرد عرضها من غير استخراج عبرة ادبية او الولوج في استنتاج فلسفي . فالفصل قد طال وباب الجدال في هذه الشؤون يفضي الى مفاوز فكرية قد نضل فيها

(١) استاذ الفلك في جامعة كمبردج ولد سنة ١٨٨٢ وهو من اشهر علماء الفلك الاحياء

اصل الكون وايام الخليقة

كل الشموس والسيارات والاقمار نشأت من ذرة ضخمة على أثر انفجارها وتمزقها

بهذا تلخَّص نظرية الاب لمتر Lemaitre في اصل الكون . وهي من اغرب النظريات العلمية الحديثة وابعثها على الدهشة . وقد عني بها علماء الفلك والرياضة في انحاء العالم ، لانها على غرابتها ، تفسر كثيراً من الحقائق المشاهدة التي حار العلماء في تعليلها

ويرى الاب لمتر ان مادة الكون كلها كانت محشوكة في ذرة ضخمة ظلت ساكنة مستقرة الى قبل عشرة آلاف مليون سنة . ثم انفجرت فجأة كما ينطلق صاروخ من الصواريخ النارية في حفلة وفاء النيل . فانتثرت منهُ الشموس التي يتألف منها الكون

اما كيف تنفجر بعض الذرات فيستجلى في التجربة الآتية : —خذ ساعة ارقام مينائها مصنوعة من مادة فصفورية ،واذهب الى غرفة مظلمة ، وانظر الى الارقام الفصفورية بعدسة مكبرة ترَ الشرر الناري منطلقاً منها . واذ انت تشاهد هذا الشرر المتطاير تذكر ان كل شرارة تنطلق من ذرة منفجرة . وفي كل ذرة منفجرة ترى صورة مصغرة لنظرية الاب لمتر

والمسلَّم بهِ ان ذرة الراديوم تبقى نحو ١٧٣٠ سنة ساكنة هاجعة ثم تنفجر فتنطلق منها الدقائق كما انفجرت ذرة الكون الاصلية وانطلقت منها الشموس

وهذه النظرية تعلل لنا ظاهرة من اغرب الظاهرات العلمية وهي ظاهرة الكون الآخذ في الاتساع أو التمدد Expanding Universe . فالتلسكوبات الكبيرة تبين ان في رحاب الكون ملايين من السدم العدسية الشكل خارج المجرة . والذي عليهِ العلماء الآن ان المجرة نفسها سديم من هذا القبيل وان شمسنا واحدة من الوف الوف الشمس التي تتألف المجرة من مجموعها . واحد هذه السدم — سديم Canes Venticí — يبعد عن المجرة بعداً عظيماً فلا يصل ضوؤهُ الينا الا بعد مسير مليون سنة بسرعة ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية ! واغرب من ذلك ان الارصاد تدل على ان هذا السديم يزداد بعداً عنا ثانية فثانية وان سرعة ابتعاده عنا تبلغ ١٧٠ ميلاً في الثانية

وثمة عدا السُدُم الكبيرة اللامعة سُدُم تبدو لنا صغيرة ضئيلة النور لبُعدها تحصى بالوف الالوف . وعلماء الفلك يجوبون رحاب الفضاءِ بنظاراتهم والواحهم الفوتغرافية الى بعد مائة مليون سنة ضوئية لكي يحصوها على قدر الطاقة . والشيء العجيب الذي استرعى انتباههم ليس عدد السدم الذي يبلغ الملايين بل ان السدم البعيدة اسرع ابتعاداً عنا من السدم القريبة . وقد قيست سرعة احدها فاذا هي نحو ١٣ الف ميل في الثانية

فسأل الفلكيون « ما السرّ في ان سرعة السدم البعيدة اعظم من سرعة السدُم القريبة ولماذا يبدو لنا ان هذه السدُم تبتعد عنا نحن ، واذا كان هذا الابتعاد ناتجاً عن اتساع الكون وتمدّدهِ فلماذا يبدو لنا اننا في المركز وان كلّ ما حوانا يبتعد عنا ؟ »

ان دعاة نظرية النسبية يميلون الآن الى الأخذ بأن الكون آخذٌ في التمدّد . ولكنهم يعتقدون ان ما يبدو لنا من ان الارض في مركز الكون المتمدّد ليس الاَّ وهماً بصريًّا

ويضربون لذلك المثل الآتي : — لنفترض ان كرة الارض تمدّدت في ذات ليلة حتى اصبحت ضعف ما هي قطراً ومحيطاً وابعاداً بين الاجسام التي على سطحها . في حين ان احجام الاجسام التي على سطحها ظلت هي هي . فاذا استيقظت في الصباح وجدت جارك الذي كان يقطن على خمسين متراً منك اصبح يقطن على مائة متر . وصديقك الذي كان يقطن في قرية تبعد ميلاً عنك اصبح يبعد ميلين. وكذلك تجد ان نسبة الاتساع تزداد بازدياد البعد عنك . وكل احد غيرك يرى ما ترى انت ويحسب نفسهُ المركز الذي بعدت عنهُ الاجسام التي على سطح الارض

يقولون : وتمدُّد الكون من هذا القبيل الاَّ انهُ يقع في عالم ذي ثلاثة ابعادٍ . ولكن ظاهرات التمدّد في الحالين متقابلة . فالسدُم لا تفرُّ منَّا . وانما ابتعادها سببهُ تمدُّد الكون. وقد يبدو للقارىء ان هذا التمييز لايعدو ان يكون جدلاً يدور حول الالفاظ فقط . ولكن الفرق لازم لفهم المسألة. فأصحاب النظرية النسبية يرون فرقاً بين ابتعاد السدُم وبين اتساع الفضاء المنثورة هي في رحابهِ

ولكن هذا الفرض يقوم عليهِ اعتراض . فان سرعة التمدُّد عظيمة جدًّا . فاذا رجعنا بالكون من حالتهِ الراهنة الى ما كان عليهِ من عشرة آلاف مليون سنة ، وجدناه والنجوم مزدحمة فيهِ ازدحام ساحة من الساحات العامة بالسيارات في ايام الاعياد . وقد يبدو انمدى عشرة آلاف مليون سنة مدىطويل جدًّا . ولكن الجيولوجيين يقولون ان عمر الارض لا يقلُّ عن الف مليون سنة . واذاً فالزمن المنقضي بين الكون في حالة ازدحامهِ بالنجوم وزمن نشوء الارض والكون الى ما هما عليهِ الآن لا يكفي لحدوث كلّ التطورات الكونية التي افضت الى نشوء الارض والاحياء عليها. وهذا منشأ الاعتراض الذي يوجّـه الى هذا الفرض

وقراء هذا الكتاب يعلمون ان العالم الفرنسي لابلاس علل نشوء النظام الشمسي بما دعي «النظرية السديمية» . ومضى زمن كان هذا الرأي سائداً في دوائر الفلكيين ثم بدت اعتراضات عليهِ فتخلى عنهُ العلماء وهم يعتمدون الآن على نظرية اشتغل في استخراجها تشمبرلين ومولتن وجينز وجفريز وغيرهم

على ان النظرية السديمية ظلّت معتمد الفلكيين في تعليل نشوء النجوم من السدم . وهذا النشوء يقتضي زمناً طويلاً تؤيده الارصاد والحسابات الرياضية . فاذا كان القول بتمدد الكون صحيحاً فالزمن المنقضي منذ ما كان الكون خواءً الى ان نشأت الارض لا يكفي قط لنشوء النجوم

وهو فعل بطيء كل البطء ، واذاً فلا بدَّ من تنقيح آرائنا في طريقة تكوُّن النجوم من غبار الكون ، واقتراح طريقة اخرى يكون التكوُّن فيها اسرع ممَّا هو في سابقتها حتى يلتئم ذلك مع سرعة نشوء الكون . والظاهر ان في نظرية الاب ليمتر مخرجاً من هذا المأزق

فهو يقول ان كل مادة الكون كانت محشوكة في ذرة ضخمة مستقرة . فاذا سئل ماذا كان يحدث في تلك الذرة قال «لا شيء» اذ لاسبيل لحدوث شيء في جسم لا مكان فيهِ . وليس للوقت او للزمن معنى في عالم مستقر كل الاستقرار ، ثم انفجرت هذه الذرة ، وعمر الكون يجب ان يحسب من تاريخ انفجارها الذي تمَّ من نحو عشرة آلاف مليون سنة . ومنذ ما انفجرت الذرة اخذ الكون وما زال آخذاً في الاتساع . على ان نظرية ليمتر لا تبين لنا كيف تكوَّنت الارض ، وهل السيارات نشأت وقت الانفجار او تكونت بعده بطريقة اخرى

وماذا يقال في المستقبل . ان اينشتين وده ستر يريان انهُ قد يقع في المستقبل تقلص كوني يعيد النجوم ومادة الكون المتفرقة الى حالتها الاولى قبل الانفجار فتحشك في مدى قليل اذا قيس بسعة الكون — اما ليمتر فيرى ان هذا التقلص لا يمكن ان يقع بل يؤثر الاعتقاد بأن الكون نشأ من ذلك الانفجار وسوف يبقى ماضياً في تمدده حتى تتحول النجوم الى رماد

أيام الخليقة

في بدءِ الكون كان فضاءٌ كرويٌّ اصغر نطاقاً من فضاءِ اليوم . وكانت المادة في هذا الفضاءِ منتشرة انتشاراً متسقاً . وقد يبدو لك أيها القارئ ان تسأل . لماذا وصفنا الفضاءَ بالكرويّ . ونعتناه بالصغر اذا قيس بفضاءِ اليوم . ولماذا وزَّعنا المادة فيهِ توزيعاً متساوياً . والردُّ على جميع هذه الاسئلة عند علماءِ العصر . اما انَّ الكون كرويٌّ ، فلانَّ الحقائق المشاهدة والمعادلات الرياضية اثبتت لهم ان هندسة الكون تعلل افضل تعليل اذا هم افترضوا ان الكون محدودبٌ في شكل كرةٍ . ولكن لماذا قلنا انهُ كان اصغر مما هو الآن ؟ لان الدلائل تدلُّ على ان الكون في مرحلة من مراحلهِ بدأ يتسع وما يزال آخذاً في الاتساع . ولماذا حكمنا بان المادة فيهِ كانت موزعةً توزيعاً متساوياً ؟ ليس لهذا سند علميٌّ . بل هو في الغالب يستند الى سند من الفلسفة وحسّ الجمال . فالعقل الانسانيّ يفضل ان يتصوَّر الاشياء على ابسط ما يمكن ان تكون . فاذا فرض ان المادة في ناحية من الفضاء البدائي ، كانت اكثف منها في ناحية اخرى ، اضطرَّ العقل ان يرجع بهذه الحالة الى حالة ابسط منها سبقتها ، لما كانت المادة موزعة توزيعاً متساوياً في انحاء الكون . ولذلك نفرض التوزيع المتساوي للمادة ، قبل ان اختلف التوزيع ، واصبحت المادة في نواحٍ اكثف منها في نواحٍ اخرى . ثم ان الاستاذ ادنغتن قد قال ان لا فرق اساسي بين العدم والاتساق الكوني العام في جميع الصفات . فالخليقة الكونية اذن بدأت يوم سرى التنوُّع الى هذا الاتساق او الى هذا العدم . فماذا حدث ؟

لا يعلم احدٌ ما حدث او كيف حدث او لماذا حدث؟ ولكن ذلك التشابه الكوني الشامل، دبَّ اليه دبيب التنوُّع. فاذا بعض النواحي قد احتشدت فيها البروتونات والالكترونات. واذا النواحي الاخرى قد اصبحت فراغاً. ولو ان فعل التجاذب أُطلق في تلك الساعة العصيبة، لتهاوت مادة الكون بعضها على بعض، ولتقلص الكون بتجمع مادتهِ واحتشادها ولما نشأت الاحوال المواتية لنشوء الشموس والسيارات وظهور الحياة على بعضها. ولكن ذلك لم يحدث. لان قوة اخرى اطلقت من عقالها. ونحن لا نعلم عن هذه القوة الاَّ النزر اليسير ولكننا ندعوها قوة التنافر او قوة التنابذ الكوني. فما شرعت المادة تتكتل، حتى اخذت دقائق تلك الكتل تتنابذ، فانفجر الكون وتشتت، بدلاً من ان يتكتَّل ويتقلص. وليست هذه الصور من بنات الخيال الوثَّاب. بل ثمَّة من الادلة ما يؤيدها. انها نتيجة للارصاد التي يقوم بها العلماء بآلات التقريب والتصوير والحل الطيفي. فنحن نعلم ان الكون أَخذَ في الانفجار والتشتت لاننا نَراهُ الآن كذلك

فخارج المجرَّة التي منها نظامنا الشمسي، عدد لا يحصى من المجرَّات. واذا حلل ضوءُ هذه المجرَّات بالمطياف (آلة حلّ الطيف). دلَّ التحليل على انها آخذة في الابتعاد عنا، وفي ابتعادها بعضها عن بعض على عجَل. وسرعة ابتعادها بعضها عن بعض تتزايد بتزايد بُعدها عنا. ولقد قيست سرعة احد السدم البعيدة، في ابتعادها عنا فاذا هي نحو ١٣ الف ميل في الثانية. فاذا انقضت بضعة ملايين من السنين، غابت في ابتعادها، عن انظارنا، الاَّ اذا استطعنا ان نستنبط آلات احدَّ بصراً من الآلات التي بين ايدينا الآن. والدليل على ابتعاد هذه السدم عنا، يترك أثره في نورها، الذي نلتقطهُ بآلاتنا ونحله بمطايفنا (جمع مطياف). فالقطار الصافر اذا كان مقترباً منا علا صفيره. واذا كان مبتعداً عنا انخفض صفيرهُ. ذلك ان امواج الصوت في الحالة الاولى تتلاحق في مدى يقصر باقتراب القطار، فتقصر اذا قصر، فيرتفع الصفير. اما اذا كان القطار مبتعداً فان امواج صفيره تتلاحق في مدى آخذٍ في الاستطالة بابتعاد القطار عن السامع، فتطول الامواج، فاذا طالت انخفض الصفير. وكذلك في الضوءِ. فلاضواء النجوم خطوط مميزة تظهر في طيوفها. فاذا كانت هذه الخطوط متحركة في الطيف دلّت حركتها على حركة مصادرها. فاذا كانت هذه الخطوط متجهة في حركتها الى اللون البنفسجي، دلّت على ان امواج الضوءِ آخذة في القصر. فمصدر ذلك الضوء آخذٌ في الاقتراب الينا. واذا كانت حركة تلك الخطوط متجهة الى اللون الاحمر دلت على ان امواج الضوء آخذة في الاستطالة واذاً فمصدر ذلك الضوءِ آخذ في الابتعاد عنا. وقد دلّت ارصاد السدم على ان معظمها آخذ في الابتعاد عنا، وقدّرت سرعة ذلك الابتعاد. وما عرف من سرعة الابتعاد ومواقع تلك السدم، يمكننا من عمل حساب لليوم الذي انطلقت فيهِ اولاً، مبتعدة بعضها عن بعض — وهو يوم الخليقة الكونية

فاليوم الاول في الخليقة الكونية، هو ذلك اليوم الذي انفجر فيهِ الكون فأخذ يتسع.

اما اليوم الثاني فهو يوم ولادة المجرة ، ونظامنا الشمسي جزء منها . فبعد اليوم الاول انتشرت في الكون قطع من السحاب الكوني — وهي ما نطلق عليها اسم سديم — في كل الجهات . وكل منها يدور على نفسهِ ، فأخذ يتقلص بفعل التجاذب . واحدى هذه القطع تجلت على مدى الزمان جميعَ النجوم التي منها شمسنا

كانت هذه القطعة في البدء كروية كالكون الذي تجلَّـها . ولكنها بفعل دورانها على محورها اخذت تتسطح عند قطبيها ، كما تسطحت الارض عند القطبين بفعل دورانها على محورها . ولكن لما كانت تلك القطعة غازية ، كان اثر الدوران في تسطيحها ابعد مدى من اثر دوران الارض في تسطيحها عند قطبيها . ومضت في ذلك السبيل حتى اصبحت كالقرص . والمراصد تمكننا من رؤية السدم في مختلف ادوار نشوئها منذ كانت كروية تامة الكروية الى ان تسطحت قليلاً عند قطبيها الى ان زاد تسطيحها عند القطبين الى ان اصبحت كالقرص . غير ان دوران السديم وتقلصهُ ، جعلا من المتعذر عليهِ الاحتفاظ بكل مادتهِ . ففي مرحلة من مراحل نشوئهِ تكوَّنت حوله حلقات من مادة ، ما لبثت حتى انفصلت عنهُ ، وتكونت منها النجوم

وبعد انقضاء ملايين السنين على تكوُّن النجوم في المجرة تكوَّن نظامنا الشمسي . ولكنهُ احتاج الى صدفة لكي يتكوَّن . وهذا هو اليوم الثالث من الخليقة الكونية

في القرن الثامن عشر تصوَّر سويدنبرغ وكانط قطعة سديمية عظيمة في دور التقلص وقالا بأن السيارات نشأت منها بالانفصال فبقيت كتلتها المركزية وهي الشمس . على ان بوفون الفرنسي رأى ان النظام الشمسي نشأ من اصطدام حدث اتفاقاً بين كتلة الشمس ومذنب كبير . فخالفهُ لابلاس ذاهباً الى ان حدوث اصطدام من هذا القبيل بعيد الاحتمال . ومن البحث في الخلاف بين الرأيين خرج لابلاس بالنظرية السديمية في نشوء النظام الشمسي وملخصها ان قطعة سديمية تسطحت في اثناء دورانها على محورها ثم اخذت تتقلص ، وتقلصها زاد سرعة دورانها ، فلما بلغت سرعة دورانها حدًّا معيناً ، تعذر التماسك بين اجزائها ، فانطلقت منها حلقات وهذه الحلقات تقلصت فنشأت منها السيارات . فأقبل العلماء على هذا الرأي اولاً . ثم ظهرت الاعتراضات عليهِ وتوالت المذاهب ، الى ان استتبَّ الامر الآن لرأي جينز ومن نحا نحوه وهو ان شمساً ، اقتربت في خلال سيرها في الفضاء ، من شمسنا فأحدثت مدًّا في سطحها ما زال يعلو حتى انطلق في شكل ذراعٍ كالطوربيد ثم تقلصت دقائقها كتلاً كتلاً فنشأت السيارات . على ان النجوم بعيدة بعضها عن بعض . وتوزيعها في الفضاء من قبيل توزيع عشرين كرة صغيرة في باطن كرة قطرها ثمانية آلاف ميل . فاحتمال اقتراب احدى هذه الكرات من كرة اخرى حتى تصير على بضعة امتار منها كنسبة واحد الى مائة مليون ولذلك قلنا ان اليوم الثالث من ايام الخليقة احتاج الى صدفة لكي يكون

نهاية الكون

علماءُ الطبيعة في النظر الى نهاية الكون فريقان. ففريق — وزعيمهُ السر جيمز جينز — يذهب الى ان نهاية الكون تأتي — مهما تبعد — اذ تتحول آخر ذرة في الكون الى طاقة ، وتنحدر الطاقة من طاقة قصيرة الامواج قادرة على احداث الافعال الكونية الى طاقة طويلة الامواج لاقدرة لها على ذلك . وتدعَى هذه النهاية « بالموت الدافىء » . واما الفريق الثاني — وزعيمه الاستاذ ملِكن الاميركي — فيرى ان الاشعة الكونية دليل على تولد العناصر الثقيلة في رحاب الفضاء من عنصر الايدروجين . وان معين الايدروجين هنالك قد لا ينضب بتحول الطاقة الى ايدروجين . واذاً فلا نهاية للكون . وفي ما يلي اهم ادلة الفريقين

— ١ —

من الامور المعروفة عند علماءِ الطبيعة والفلك ان مادة الكون الصلدة آخذة في الانحلال والتلاشي في اثناءِ تحولها الى اشعاع . فقد كان وزن الشمس امس يزيد ٣٦٠ الف مليون طن على وزنها اليوم . اي ان هذا القدر من مادتها يتلاشى لكي تشعَّ كلَّ ما تشعهُ يوميًّا . وهذه الاشعة التي تنطلق منها تسير في الكون وستظلُّ سائرة فيهِ الى نهاية الزمن . وتحوُّل المادة الى اشعاع عملٌ جارٍ الآن في كل النجوم والى حدٍّ ما في الارض على ما نراهُ في بعض العناصر المشعة كالراديوم والاورانيوم والبروتكتينيوم وغيرها . ولكن الارض لا تخسر من وزنها بالاشعاع الأنحو تسعين رطلاً كل يوم آزاء ٣٦٠ الف مليون طن تخسرها الشمس

ومن الطبيعي ان نسأل هل درس الكون يثبت لنا ان لهذا التحوُّل ما يقابله من تحوُّل الاشعاع الى مادة ؟ اي هل ما تفقدهُ الارض والشمس والنجوم في ناحية من نواحي الكون يعوَّض في ناحية اخرى بتحول الاشعاع الى مادة ؟ نقف على ضفة نهرٍ نراقب تيارهُ المائي جارياً الى البحر ونحن نعلم ان هذا الماء يتحوَّل بعدئذٍ الى بخار وغيوم ثم يهطل مطراً ويتجمع انهراً تجري الى البحر . فهل افعال الانحلال والتحوُّل والبناءِ في الكون تجري مجرى ماءِ النهر . ام هي تشبه نهراً ليس لهُ مصدرٌ يمدُّ تيارهُ بالماءِ فيظلُّ يجري حتى يجفَّ ؟

اذا سألنا ما سبب مظاهر الحياة التي نراها في العالم الذي يحيط بنا كان الجواب — الطاقة Energy . الطاقة الكيمائية في الوقود التي تسيِّر سفننا وقطاراتنا وسياراتنا وفي الطعام الذي يحفظ حياتنا ويمدُّ عضلاتنا بنشاطها . والطاقة الميكانيكية وهي قوة حركة الارض التي ينشأ عنها اختلاف

الليل والنهار والصيف والشتاءِ والمدّ والجزر . وطاقة نور الشمس التي تنمي نباتاتنا وتنضج ثمارنا وتجهزنا بتيارات الهواء ومياهِ الامطار

والناموس الاول من نواميس « علم الحركة الحرارية » (ترموديْنامكس) ينصُّ على عدم تلاشي الطاقة . قد تتحوّل الطاقة من شكل الى آخر ولكن مجموع اقدارها في اشكالها المختلفة يظلُّ ثابتاً لا يتغيَّر . فمقدار الطاقة في الكون اذن ثابت على حدٍ معين لا يحول . وقد يبنى على هذا المبدإ القول بان الحياة تستطيع ان تظلّ حياة الى ما شاءَ الله لان الطاقة التي منها تنشأُ وبها تستمرُّ ثابتة لا تتلاشى

ولكن الناموس الثاني من علم الحركة الحرارية يزيل كلّ وهمٍ من هذا القبيل . نعم ان الطاقة لا تتلاشى في مقدارها ولكنها تتحول من شكل الى شكل واتجاهُ هذا التحول قد يكون الى تحت كما قد يكون الى فوق . اما التحول من شكل اعلى الى شكل ادنى ، فسهل واما التحول من شكل ادنى الى شكل اعلى فصعبٌ او متعذّر . ويُبنى على ذلك ان تحوُّل المادة الى اشعاع اسهل من تحول الطاقة الى مادة . خذ مثلاً النور والحرارة . كلاهما شكل من اشكال الطاقة . فالف وحدةٍ من طاقة النور يسهل تحويلها الى الف وحدةٍ من طاقة الحرارة وذلك بتوجيه مقدار من النور الى سطح بارد اسود . ولكن تحويل الف وحدةٍ من الحرارة الى الف وحدةٍ من النور مستحيل . ان مقداراً من النور بعد تحولهِ حرارة يستحيل ان تحوله ثانية الى نور . وهذا مثل واحد بسيط على ان الطاقة المشعة تميل الى التحول من شكل طاقة يكون طول امواجها كذا الى شكل آخر تكون امواجهُ اطول من امواج الشكل الاول . فالنور يتحول الى حرارة لان امواجهُ اقصر من امواج الحرارة . ولكن الحرارة لا تتحول نوراً لان امواجها اطول من امواجهِ . والطاقة لا تتحول غالباً الاَّ من موجة قصيرة الى موجة اطول منها

قد يعترض على هذا القول بان اختبارنا اليومي في اشعال الحطب او الفحم يدحض هذه المزاعم . الم تخزنْ حرارة الشمس في الفحم والحطب ؟ ألا تتحول هذه الحرارة نوراً حين حرقها ؟ فحرارة الشمس اذاً تتحوّل نوراً ! والردُّ على هذا الاعتراض هو ان ما تشعهُ الشمس مزيجٌ من الحرارة والنور بل هو خليطٌ من اشعة امواجها من اطوال مختلفة . فما يخزن في الفحم والحطب انما هو نور الشمس وغيرهُ من الاشعة قصيرة الامواج فاذا حرقنا الحطب او الفحم حصلنا على قليل من النور ولكنهُ اضعف جدًّا واقلُّ من النور الشمسي الذي خُزن فيهِ اولاً . كذلك نحصل على مقدار من الحرارة . وهذا المقدار اكبر من المقدار الذي خزن في الفحم اولاً . والخلاصة ان حرق الفحم يدلُّ على ان جانباً كبيراً من النور الذي خزن فيهِ اولاً تحول الى حرارة

هذا يشير الى وجوب اعتبار «المقدار» و «النوع» حين التفكير في «الطاقة» والتكلم عنها . ان مقدار الطاقة الاساسي في الكون لا يتغير . هــذا هو ناموس « الترموديناميكس » الأول .

ولكن نوع الطاقة يتغير ويميل الى التغير في جهة واحدة كما يميل الماء الى الانحدار من قمة جبل الى سفحهِ . هذا هو ناموس « الترمودينامكس » الثاني

وبعض هذا التحوُّل هو تحول الاشعاع من امواج قصيرة الى امواج طويلة . فاذا بسطنا ذلك بألفاظ الطبيعيات الجديدة قلنا ان التحول هو تحول عدد قليل من « مقادير » عظيمة الطاقة الى عدد اكبر من « مقادير » ضعيفة الطاقة . وفي كلا الحالين لا يتغير مجموع الطاقة بل يتنوَّع . ان المقادير تجزأت الى مقادير اصغر . ومتى حصل هـذا التجزؤ تعذر حصول الفعل المناقض لهُ وهو التوحيد بين « المقادير » الصغيرة الضعيفة لتأليف « مقدار » كبير قوي . فالقوة تتحول اذاً من شكل تصلح فيهِ للاستعمال الى شكل يتعذر فيهِ استعمالها . وهذا ما يطلقون عليهِ باللغة الانكليزية لفظة Availability

فاذا رجعنا الى سؤالنا الاول : « ما المصدر الذي تنبع منهُ ظاهرات الكون وتقوم بهِ افعال الحياة » عدنا لا نكتفي بقولنا انهُ « الطاقة » بل وجب ان نقول « انما هو الطاقة التي تتحول من شكل يتسنى فيهِ استعمالها الى شكل يتعذر فيهِ استعمالها . هو تحوُّل الطاقة وانحطاطها في اثناءِ تحوُّلها » . فالتدليل على ان مقدار الطاقة في الكون لا يتغير وان الكون لذلك لا بدَّ ان يظل سائراً الى الابد هو كالتدليل بأن وزن الرقاص في ساعة دقاقة لا يتغير ولذلك فلا بدَّ ان تمضي الساعة في دورانها الى ما شاء الله

على ان مقدار الطاقة التي تصلح للاستعمال ينقص ومقدار الطاقة التي يتعذر استعمالها لضعفها يزيد

وهذا الانحطاط — هذا التحول — في الطاقة لا يمكن ان يمضي كذلك الى الابد . اذ لا بدَّ ان يجيء وقت تتحول فيهِ آخر وحدة من الطاقة الصالحة للعمل الى طاقة غير صالحة للعمل وعندئذٍ تجيء نهاية الكون . ان الطاقة التي لا تزال فيهِ لم يتغير مقدارها ولكنها قد نزلت سلم التحول من شكل الى شكل حتى بلغت درجة اصبحت عندها لا تستطيع ان تتحول . ومتى وقفت القوة عن التحول عجزت عن احداث ظاهرات الكون والحياة . فكأنها مياه ما زالت تنحدر من قمة الجبل وهي في اثناءِ انحدارها تدير المطاحن وتولد الكهربائية حتى بلغت بركة ركدت فيها فعجزت عن كل عمل

هـذه هي تعاليم علم « الترمودينامكس » الجديدة . ولا نعلم سبباً واحداً يحملنا على الريبة فيها . بل ان كل اختباراتنا الارضية تؤيدها . فلا ندري اية نقطة منها اكثر تعرضاً من غيرها للنقض . انها تهـدم في الحال كل قول بأن قوى الكون تسير في دائرة — اي ان المادة تتحول اشعاعاً والاشعاع يتشكل اشكالاً مختلفة ثم يعود فيتحول مادة وهكذا . اي ان القول بأن الكون شبيه بالنهر الذي يجري الى البحر بمائهِ ثم يتبخر ماؤه وينعقد غيوماً ويهطل مطراً يمدُّ النهر من جديد ، قول لا يؤيده العلم . ان مياه النهر تستطيع ان تمرَّ في الادوار المذكورة لان النهر جزءٌ من الكون ، وفي الكون قوة خارجية عن النهر تحفظ دورتهُ هذه . على ان قوة الكون سائرة في

سبيل الانحطاط كما بينا وما لم نقل بوجود قوة خارجية عن الكون — مهما تكن تلك القوة — فالكون لا شك خاسر يوماً ما كل الطاقة الصالحة للاستعمال التي فيهِ والكون الذي لا تجد فيهِ طاقه صالحة للاستعمال كون ميت

حتى النهر الذي اتخذناه مثلاً لما نريد بيانهُ يجري مجرى الكون اذا حسبنا حساب كل العوامل التي لها اثر في جريانه . فان مياه النهر في جريانها الى البحر تنحدر فوق الشلالات فيتولد حرارة تنطلق في الفضاء اشعة حرارة . ولكن القوة التي تُجري مياه النهر مصدرها الاول هو نور الشمس . أُحجبْه عن الارض يقف النهر عن الجريان

وهذه المبادىء تنطبق كل الانطباق على الكون وافعاله . اذ لا لبس مطلقاً في ان القوة فيهِ آخذة في الانحطاط على المنوال الذي بيناهُ . فانها تنطلق اولاً من قلب نجم حامٍ في « مقادير » او « كونتات » عظيمة الطاقة في امواج قصيرة جداً وفي سيرها من قلب النجم الى سطحهِ تتحول وفقاً لحرارة الطبقات التي تمرُّ فيها وهي اقل من حرارة قلب النجم . ولما كانت الامواج الطويلة مرتبطة بالحرارة الضعيفة فطول امواج هذه المقادير المنطلقة من قلب النجم تزداد رويداً رويداً . أي ان طائفة معينة من « المقادير » القوية تتحول الى عدد اكبر من « المقادير » الضعيفة . ومتى بلغت هذه الامواج الفضاء المحيط بجسم النجم تنطلق فيهِ من دون ان يصيبها تحوُّل ما حتى تصطدم بذرات الغبار او بالجواهر او بالكهارب التائهة وغيرها من ذرات المادة التي تملأ الفضاء بين النجوم . وهذا الاصطدام يطيل في الغالب موجتها . يستثنى من ذلك الاصطدام بمادةٍ تكون حرارتها أعلى من حرارة المادة التي على سطح النجم وهذا غير مرجَّح . والنتيجة النهائية لاصطدامات من هذا القبيل هي اطالة الامواج فتكثر المقادير عدداً وتضعف قوة كلٍ منها . ولكن مجموع قوتها لا يزال على حاله

والمرجح ان «المقادير» القوية التي تنطلق من قلب النجوم انما تنطلق عند انحلال المادة وتلاشيها اي ان القوة المستقرة في الكهارب والبروتونات تفلت منها بتلاشيها وتظلُّ تتغيَّر وتتحول من شكل الى آخر ، وموجتها في كل حال اطول منها في الحال التي تسبقها ، حتى يصير طولها طول امواج الحرارة التي قلما تفيد شيئاً في افعال الكون

وقد اطلق بعض الباحثين لخيالهم العنان فقالوا ان الطاقة التي تبلغ هذا المستوى من الضعف تعود وتتحوَّل على مرّ الزمان الى كهارب وبروتونات . كأنهم يرون بعيون مخيلاتهم اكواناً جديدة تنشأ من رماد الاكوان المنحلة ! ولكن العلم الآن لا يؤيد هذه المزاعم . فنهاية الكون تحين متى انحلَّ كل جوهر من جواهر المادة وانطلق في الفضاء اشعاعاً قويًّا قصير الامواج ثم يتحول هذا الاشعاع رويداً رويداً حتى يصير حرارة تطوف ارجاء الكون بأمواج طويلة ضعيفة

هذه هي نهاية الكون — على ما يراهُ العلم الحديث بعين فريق كبير من ابنائهِ — لا بدَّ ان تأتي في المستقبل البعيد ان لم ينقلب مجرى الطبيعة

— ٢ —

قبل منتصف القرن التاسع عشر ، كانت الادلة التجريبية المتصلة بهذا البحث نادرة . ولذلك كان معظم البحث فيهِ يدور في اندية الفلاسفة واللاهوتيين . ثم جاء اكتشاف العلاقة بين الحرارة والعمل فأفضى الى اخراج مبدإٍ حفظ الطاقة ولعله اوسع المبادىء الطبيعية نطاقاً . وتبع هذا استخراج الناموس الثاني في علم « الترموديناميكس » الذي فسر حينئذ ، ولا يزال يفسر الآن بأنهُ يفضي الى نهاية الكون بتحول الطاقة القصيرة الامواج التي فيهِ الى طاقة طويلة الامواج لا يمكن ان تكون مصدراً من مصادر النشاط الطبيعي . اذ من المشاهد ان كل الاجسام تشع حرارة ، وهذه الحرارة تنطلق في الكون متدرجة هبوطاً في قوتها ، وليس في مكنة انسان ان يستعيدها ولا ان يحولها الى طاقة قصيرة الامواج . لذلك قيل ان الكون كالساعة التي شُدَّ زنبلكها فهو يرتخي بدوران عقاربها وليس ثمة ما يعيد شدَّهُ

وتلا ذلك اكتشاف آخر جاء من ناحية علم طبقات الارض (الجيولوجيا) وعلوم الاحياء (البيولوجيا) مثبتاً حقائق التطوُّر ، التي بينت ان فعل الخلق — في ميدان الحياة — او نشوء الاحياء العالية من الاحياء الدنيا ، ما زال متصل الحلقات من ملايين السنين ، وانهُ لا يزال جارياً الى الآن . وهذه النزعة صرفت الذهن عن « آلية » الكون رامية الى تبين الخالق في كونهِ فعززت النزعة اللاهوتية القائلة بالانبثاق ، وهي نزعة تمثل في جملتها موقف ليوناردو دي فنشي وغليليو ونيوتن وفرنسيس باكون ومعظم كبار المفكرين الى اينشتين

فلا التطور ولا القائلون بهِ يميلون الى الالحاد — وداروِن نفسهُ ابعدهم عنهُ — ولكن كان من اثر تعاليمهم تعزيز الريبة في صحة مذهب القائلين بأن للكون مَنْ شدَّ زنبلكه ، وما يتصل بهِ من القول « بنهاية الكون » كما تقدم . على ان هذا القول الاخير مبنيٌّ على فرض اننا — نحن الحشرات الدقيقة الكائنة على سطح عالمٍ لا يعدو ان يكون ذرة تدور في فضاء الكون الرحيب — ندرك تصرف الكون في كل نواحيهِ ، وان النواميس التي تصدق على الاشعاع عندنا يجب ان تصدق عليهِ في كل نواحي الكون ، مع اننا نعلم ان هذا التعميم الشامل افضى كثيراً الى الخطإ ومع اننا ندرك ان خارج سيارنا احوالاً لا نستطيع ان نوجدها على سطح الارض ولا ان نوجد ما يقاربها . فالقول «بالموت الدافىء» لم يلقَ من المفكرين بين رجال البحث العلمي الاَّ تحفظاً شديداً في التسليم بهِ

والاكتشاف الثالث هو ظهور فساد القول بأن العناصر ثابتة على حالها لا تتحول . ففي سنة ١٩٠٠ كان عنصر الراديوم قد اكتشف وثبت ان متوسط عمر كل ذرة من ذراته لا يزيد على الفي سنة . وهذا يعني ان ذرات الراديوم التي بين ايدينا الآن تكوَّنت في اثناء هذه المدة ثم ثبت بعد سنة او سنتين ان عنصر الرصاص يخرج من الراديوم بين سمعنا وبصرنا . وهذا حمل الباحثين على

توجيه السؤال الآتي : — هل خلق العناصر او تكونها من شيء آخر فعلٌ موصول الحلقات ؟ ان توجيهِ هذا السؤال بحد ذاتهِ دليل على التحول الذي احدثهُ اكتشاف الاشعاع وهو كذلك درسٌ في الدعة يُلقى على العالم الطبيعي ! ثم بعد سنتين او ثلاث ضبط الباحثون عنصري الثوريوم والاورانيوم يولدان راديوماً وغيره من المواد الناشئة عن انحلالها . ولما كان عمر ذرة الاورانيوم التي تتولد منها ذرة الراديوم يقدر بنحو الف مليون سنة ، فنحن الآن لا نسأل مم نشأت . وانما نظن انها ليست في سبيل التكون على الارض الآن . بل ثمة من الادلة ما يقنعنا بأن فعل الاشعاع محصور في بعض العناصر الثقيلة . فهي تطلق الآن طاقة خزنت فيها قديماً بطريقة لا نعلمها . وكان بعضهم قد ظنَّ اولاً ان فعل الاشعاع يناقض القول « بالموت الدافىء » فلما ثبتت حقائقهُ ظهر ان الاشعاع طريقة تطلق بها الطاقة المخزونة وتبعثر بتحولها الى امواج حرارة طويلة لا يمكن استردادها

اما الاكتشاف الرابع في هذه السلسلة فهو اقامة الدليل على طول عمر الارض — ان تقدير عمر الارض بواسطة المواد المشعة في الصخور وتحولها يجعل عمرها في مرتبة ١٥٠٠ مليون سنة على الاقل — والشموس . على ان عمر الشموس الطويل الذي قدر لها كان اطول جداً مما تستطيعهُ كرات من الغاز الملتهب آخذة في الاشعاع والابتراد . وعليهِ وجب البحث عن مصادر لطاقة الحرارة تكفي لجعل هذه الشموس تمضي في اشعاعها الوف الملايين من السنين

ويلي ذلك اكتشاف ان الطاقة تتحول مادة والمادة تتحول طاقة والمعروف « بتحول الطاقة والمادة المتبادل » وهو من وجوه كثيرة من اخطر المكتشفات الحديثة المرتبطة بموضوعنا . ففي سنة ١٩٠١ اثبت كوبفمن Kaupfman اثباتاً تجريبيًّا ان كتلة الالكترون تزداد اذا زيدت سرعتهُ زيادة كافية . وفي نحو ذلك الزمن كان بعض العلماء (مثل نكولز وهَلْ في كلية دارتموث ولبدو في موسكو) قد اثبتوا تجريبيًّا ان للاشعاع ضغطاً وهذا يعني ان للاشعة الصفة التي تمتاز بها الكتلة (mass) المعروفة بالقصور الذاتي او قوة الاستمرار inertia وكذلك زال الفرق الاساسي بين المادة والاشعاع . ثم في سنة ١٩٠٥ قال اينشتين ان « تحول المادة والطاقة المتبادل » نتيجة تقتضيها نظريتهُ في النسبية الخاصة . وعليهِ فاذا كانت كتلة الشمس تتحول الى طاقة حرارة بحسب هذا المبدإ ففي جرمها مادة كافية لأن تمدَّها عصوراً متطاولة بالحرارة التي تشعها . وعليهِ فليس في طول اعمار الشموس ما يستغرَب ولكن كيف تتحول المادة الى طاقة

ثم جاء الاكتشافُ السادس وهو ان كل العناصر مبنية من عنصر الايدروجين . ذلك انهُ وُجِد ابتداءً من سنة ١٩١٢ ان اوزان العناصر الاثنين والتسعين ليست الاَّ اضعافاً لوزن الايدروجين مع فروق طفيفة . وهذه الحقيقة تحملنا على السؤال : — ألا يجوز ان العناصر تبنى الآن في ناحية ما من نواحي الكون من عنصر الايدروجين ؟ لاريب في انها بنيت كذلك من قبل ، وبعضها — اي العناصر الثقيلة المشعة — تتحطم الآن الى ما بنيت منهُ . افلا يحتمل ان فعل البناء من الايدروجين قائم

الآن ؟ وخصوصاً ان هذا الفعل لا يناقض مبدأ « تحوُّل المادة والطاقة المتبادل » ولا « المبدأ الثاني في علم الثرموديناميكس » . ذلك ان وزن الايدروجين ليس واحداً تماماً بل اكثر من واحدٍ قليلاً . واذا اجتمعت اربع ذرّات منهُ لتكوين ذرة هليوم مثلاً — ووزنها الذري اربعة — بادت الكتلة الزائدة من مجموع اربع ذرّات ايدروجين بتحولها الى طاقة في اثناءِ الاتحاد

فلما طبق مكملان وهاركنز وغيرهما هذه الحقيقة على تحوّل مادة الشموس الى طاقة (في سنة ١٩١٤ — ١٩١٥) ظهر لعلماءِ الطبيعة ان بناءَ العناصر الثقيلة من الايدروجين في الشمس وغيرها من النجوم امرٌ مثبت بالدليل العلمي واذاً « فالموت الدافيء » الناشيء عن تحوُّل الطاقة القصيرة الامواج الى طاقة طويلة يتأخر حلوله حتى تبيد مادة النجوم متحولة الى طاقة بالطريقة المذكورة وهذا يستغرق عصوراً متطاولة

ولكن اذا كان مصدر اشعاع النجوم هو فناءَ بعض مادتها بتحوُل جانب من ايدروجينها الى اشعاع في اثناء تولّد عناصر اخرى من اتحاد ذراتهِ ، فان جزءًا من مائة جزءٍ من مادتها على اكبر تقدير يتحوّل طاقة والباقي — وهو ٩٩ في المائة — يبقى رماداً بارداً ...! والوصول الى هذه الدرجة لا يجب ان يكون بعيداً وخصوصاً ان اجرام النجوم ليست ايدروجيناً صرفاً . فاخذ علماءُ الفلك يبحثون عن تعليل آخر وفي سنة ١٩١٧ وجد ان مدى هذا التحوُّل يطول مئات الاضعاف اذا فرض ان في قلب ذرة من العناصر الثقيلة يلتقي الكترون ببروتون فيتحدان فيفنيان باتحادهما ولكن كتلتهما تتحول الى نبضةٍ اثيرية — اي الى طاقة — وهذه الطاقة تمثلها المادة التي تحيط بهما ، وهذا هو مصدر الحرارة العالية في داخل النجوم

وفي سنة ١٩٢٧ قام الاستاذ استُن الانكليزي بقياس كتل الذرّات النسبية فايّدت قياساتهُ معادلة اينشتين في علاقة الكتلة بالطاقة (اي ان الطاقة تعادل الكتلة مضروبة بمربع سرعة الضوء)

على ان فعل انطلاق الطاقة من الذرات بانحلالها (كانطلاق دقائق الفا من الراديوم مثلاً) محصور في بضعة العناصر الثقيلة الوزن واما ذرات العناصر الاخرى — ما عدا الايدروجين — ففي حالة مستقرة فاذا شئنا ان نحلّها وجب ان ننفق طاقة في ذلك بدلاً من الحصول على طاقة بانحلالها

وعليهِ فمصدر الطاقة احد اثنين اما بناءُ العناصر الثقيلة من الايدروجين والهليوم او فناءُ الالكترونات والبروتونات باتحادها وتحوّلها الى طاقة

واذا كان هذا الفعل جارياً في مكان ما من رحاب الكون فالاشعاع الناتج عن تحوُّل الايدروجين الى هليوم يجب ان يفوق اقوى اشعة غمّا عشرة اضعافٍ . اما الاشعاع الناتج من تكوُّن الاكسجين والسلكون والحديد وما اليها فيجب ان يكون اقوى من « اشعة الهليوم » اربعة اضعاف وسبعة اضعاف واربعة عشر ضعفاً على الترتيب . واما الاشعاع الناتج من اتحاد الالكترون بالبروتون وفنائهما فيفوق اقوى اشعة غمّا خمسين ضعفاً

وتلا ذلك اكتشاف الاشعة الكونية وقياس قوتها فاذا قوتها تفوق اقوى اشعة غما عشرة اضعاف اي ان الاشعة الكونية تشبه الاشعاع الناتج من تحول الايدروجين الى هليوم . ولم يعثر في الاشعة الكونية على طائفة من الاشعة تماثل قوتها القوة الناجمة عن فناءِ الالكترون والبروتون باتحادها . مما يدلُّ على ان نحو ٩٥ في المائة من الاشعة الكونية ناشئ عن فعل اقل عنفاً من فناء الالكترون بالبروتون

ثم ان الاشعة الكونية لا تتأثر بالشمس ولا بالمجرّة ولا باقرب السدم اللولبية الينا (وهي خارج المجرّة) مثل سديم المرأة المسلسلة ، وتأتي من كل الجهات على السواء ، ولا تتغير بتغير مكان الراصد من حيث الطول والعرض والارتفاع والانخفاض . فلهذه الاسباب ولغيرها مما يتعذر بسطه هنا يستنتج انها آتية من الرحاب الكائنة بين السدم

واذاً فيرى مِلِكن ان هذه الاشعة الكونية دليل على ان بعض العناصر الثقيلة تتكوّن في الفضاءِ بين السدم من الايدروجين. وقد بيَّن الحلُّ الطيفيُّ ان الايدروجين واسع الانتشار في تلك الرحاب . ثم ان الحلّ الطيفي يبين ان في هذه الرحاب هليوماً ونتروجيناً وكربوناً وكبريتاً كذلك . وفعل البناء هذا لا يمكن ان يتمّ في داخل النجوم لان استمرار حرارتها يستدعي انحلال الذرات بحسب ما بيّنهُ جينز وادنغتن

ولكن ما علاقة كل هذا بنهاية الكون . الرأي هنا مجرد خاطر . ذلك ان الايدروجين الذي يتحول الى عناصر ثقيلة ، وتأتينا الاشعة الكونية بأنبائه ، قد يتولّد بدوره ، من الطاقة المشعة التي في رحاب الفضاء . وقول بعضهم بأن النوترون ذرّة ايدروجين في دور الولادة ، يؤيد مِلِكن ، اذا صح . وعندئذٍ نستطيع ان نقول — اذ حقق هذا الخاطر بالبحث العلمي — ان لا نهاية للكون



ألغاز الطبيعة

من السدم الى الذرات

علم الطبيعة : بين عهدين

القوى الكامنة في الذرة

الذرة — الكونتم — قصب السرعة — معقل الذرة

لبنات الكون الاساسية

تحويل العناصر

الاشعة الكونية ورسالتها

الميكانيكيا الموجية

الاضداد في الطبيعة

الهليوم والصفر المطلق

الايدروجين الثقيل — علم البلورات

غرائب امواج الصوت — العلم والاحوال الجوية

ان الخيـال الوثـّاب الذي يبتدع الخرافات هو المادة الخام التي يبنى عليها العلم والشعر جميعاً

[الاسقف انج]

ان المكتشفات العظيمة أوثق صلة بالانسانيـة قاطبة منها بالافراد الذين يبتدعونها. انها طلائع عصور جديدة في تاريخ العمران اكثر منها خواطر يوحى بها الى العباقرة

[الاستاذ بومانز]



من السدم الى الذرات

اشتراك الفلك والطبيعة

ارتقاء الانسان العقلي من فجر التاريخ الى الآن مرتبط ارتباطاً وثيقاً بثلاث صفات: حبٌّ للاستطلاع لا يُشبَعُ. وخيال وثاب لا يقيَّد. وثقة وطيدة لاتضعف بأن في الكون نظاماً وفي الطبيعة اتساقاً. وقد أشار الاسقف انج — وهو من رجال الادب والدين النادرين الذين يدركون مرامي البحث العلمي وطبيعته — الى ذلك فقال « ان الخيال الوثّاب الذي يبتدع الخرافات هو المادة الخام التي يبنى عليها الشعر والعلم جميعاً»

حبُّ الاستطلاع والخيال والثقة هي الصفات العقلية التي قادت فلاسفة الطبيعة في كل عصر من العصور الى البحث في ظاهرات الطبيعة لعلهم يكشفون عن الحقيقة التي وراءها

ولا بدَّ ان يجيء حينٌ من الزمن على كل مفكر يتخبط فيه عقله في مهامهِ الحيرة، اذ تعجز الطرق العلمية على تعليل المجهول فيقف امام سدٍّ يتعذر على تيار العلم تخطيهُ بالوسائل المطروقة فيعمد الى الخيال فيقفز فوق السدّ ويرود ما وراءه فيري رؤًى جانبٌ كبير منها خطأ ولا ريب ولكنها تحرّك العقول وتبعث فيها نشاطاً جديداً وحياة جديدة، وتفتح امام الباحثين ميادين جديدة للبحث والاستقصاءِ. كذلك يتسع نطاق المعرفة وترتقي العلوم

تصوَّر اليونان القدماء الجوهر الفرد فقالوا انهُ ذرة المادة التي لا تتجزأ، مع انهُ — على ما نعلم — اصغر من ان تراهُ عين حتى على لوح المكرسكوب. فأثبتت التجارب سلامة تصورهم. وأصبح المذهب الذري المذهب الاساسي في بناء المادة. وتصوَّر باسكال في القرن السادس عشر عالماً شمسيًّا في داخل الذرة فقال فيما قالهُ «انهُ يستطيع ان يرى عوالم لا تنتهي في داخلها، كلٌّ عالم منها لهُ سماؤه وسياراتهُ وارضهُ على ابعاد تتوافق مع ابعاد العالم المنظور». ورغم ما في كلمات باسكال من المبالغة في تصوير الصورة التي رآها بخيالهِ نجدها تبعث على الدهشة والاعجاب حين نوازنها بما اسفرت عنهُ المباحث الطبيعية في ربع القرن الاخير لما قال رزفورد وبور ان في الذرة نواة تدور حولهُ الكهارب كالسيارات حول الشمس. على ان العقل البشري لا يكتفي بدرس الصغائر مهما صغرت ولكنهُ يعنى بدرس الكبائر مهما اتسعت مقاييسها وعظمت ابعادها. وقد ابنّا في فصل «زيادة الفضاء» ص ٣٨ من هذا الكتاب كيف انتقل عقل الانسان من درس النظام الشمسي الى درس المجرة الى درس السدم خارج المجرة التي تبعد عنا مسافة تقاس بملايين من سني النور، وسنحاول في هذا الفصل، ان نبين بالامثلة الجلية كيف يتعاون

الطبيعي والفلكي ، دارس الذرات ودارس النجوم والسدم ، في الكشف عن اسرار الطبيعة وبيان نظامها العجيب وفي هذا الباب صلة الوصل بين باب الفلكي وباب الطبيعة من هذا الكتاب

***

فاز السر ملكم كمبل سنة ١٩٣٢ بقصب السبق في سرعة السيارات اذ بلغ متوسط سرعتهِ نحو ٢٤٠ ميلاً في الساعة . وكانت سيارتهُ تدعى « السهم الذهبي » . فلكي نفهم شيئاً عن الابعاد الفلكية لنفرض اننا امتطينا هذه السيارة وسرنا بها بسرعة متوسطها ٢٠٠ ميل في الساعة . فاذا سرنا بها كذلك طوقنا الارض عند خط الاستواء في خمسة ايام ، وبلغنا القمر في خمسين يوماً والشمس في ٣٥ سنة . والسيَّار نبتون ابعد السيَّارات عن الشمس في الف وخمسمائة سنة ، وأقرب النجوم الى النظام الشمسي في ١٣ مليون سنة . وبعد ما نسير بها تسعين الف مليون سنة نصل الى حدود المجرَّة . ولكن رحلتنا في رحاب الفضاءِ لا تكون الاَّ في مستهلها بعد هذه المرحلة الطويلة من الارض الى اطراف المجرَّة . لان مثلنا فيها مثل رجل خرج من بيتهِ وسار حتى وصل الى حدود قريتهِ . وكما تحتوي البلاد على قرى كثيرة كذلك يشتمل الفضاء على مجرات كثيرة تبعد احداها عن الاخرى بعداً شاسعاً لا تكفينا سرعة السهم الذهبي لطيّهِ . فلندعهُ جانباً ولنمتط شعاعة ذهبية من نور الشمس تسير بسرعة ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية

لنفرض ان شعاعة من نور الشمس وقعت على سطح مصقول فانها تعكس عنهُ . ولنفرض اننا امتطيناها حين انعكاسها وسرنا على متنها في رحاب الكون فاننا نصل الى القمر في ثانية وثلث ثانية . وفي ثماني دقائق واربعة اعشار الدقيقة نصل الى الشمس ونجتازها . وبعد سير اربع سنوات تبدو امامنا اقرب النجوم الى الارض ثم نسير على شعاعتنا في الفضاء وكلما انقضى على سيرنا اربع سنوات او خمس نشاهد شمساً كبيرة او نجمتين تدور احداهما حول الاخرى وقد نشاهد احياناً ثلاث نجوم او اربع نجوم يدور بعضها حول البعض الآخر . والراجح اننا نشاهد في اثناء سيرنا شمساً تحيط بها سيارات ومذنبات ونيازك تدور حولها كما هي الحال في نظامنا الشمسي . حقًّا ان الخيال ليقف حائراً امام المشاهد التي قد يراها ممتطي الشعاعة هذا !

ولكن وقت التأمل متسع امامك لانك تقضي سنوات لا ترى فيها شيئاً وانت سائر من شمس الى اخرى . الاَّ اذا اتفق لك ان تخوض بك مطيتك لطخة سديمية فتنحرف بك ذات اليمين وذات اليسار لكي لا تصطدم بجوهر من الاكسجين هنا او بجوهر من النتروجين هناك او بقطعة نيزكية صغيرة . وكذلك تنقضي عليك السنون حتى تتخطى اللطخة السديمية وتخرج منها الى الرحاب الكائنة بين النجوم

وبعد ما تسير على متن الشعاعة مائتي الف سنة يفضي بك الطواف الى حدود المجرة . هناك تبدأُ المرحلة الثانية من رحلتك في فضاء خالٍ من الغيوم والنجوم . وكلما بعدت عن المجرة ظهرت

لك مجموعة عظيمة من النجوم ولكنك لا ترى نجومها التي تبلغ نحو مائة مليون نجمة موزعة في فضاء كروي الشكل بل تراها موزعة في فضاء يشبهُ حبة العدس

واذا اجلت الطرف في ما حولك رأيت فضاءً فارغاً الاَّ لطخة من النور هنا وهناك فادعُ اليك مطيتك لتأخذك الى اشدها لمعاناً ، فتنقضي عليك قرون وأنت ماضٍ الى طيتك تتقلص في اثنائها المجرة وراءك رويداً رويداً حتى تصبح هي الاخرى لطخة مضيئة لا تتبين شيئاً من كواكبها اللامعة لبعدها عنك . ثم تنقضي قرون اخرى قبلما تأخذ اللطخة التي تتجهُ نحوها تنجلي وتتضح ومتى اقتربت منها وجدتها مجرة اخرى فيها الف الف نجمة او تزيد . وكل لطخة من اللطخ المنيرة التي تراها في سيرك هي مجرة ايضاً او كون قائم بذاتهِ

***

يرود العقل البشري الكون باحثاً عن اسراره من اصغر صغائره الى اكبر كبائره من الذرة والبروتون والالكترون الى الكواكب والسدم . فما مقام الانسان بين هذين الطرفين ؟

ان الانسان اذا نظرنا اليهِ كجسم ماديّ — لا كقوة عقلية — وجدناهُ متوسطاً بين هذين الطرفين بين الذرة والكوكب . ففي الخرافات القديمة تمثل الالاهة استريا ربّة العدل حاملة بيدها المدودة القسطاس تقضي بهِ بين النـاس . فلنتصور الآن هذه الربّـة تحاول ان توازن بميزانها بين اجسام الكون المختلفة . انها تضع في احدى كفتي ميزانها رجلاً متوسط الجثة وفي الكفة المقابلة تصبُّ ذرات كافية لان ترجح كفة الانسان . فكم ذرة يلزم لها ان تصب حتى تفعل ذلك ؟ الف مليون مليون مليون مليون ذرة (٠٠٠٠٠٠و٠٠٠٠٠٠و٠٠٠٠٠٠و٠٠٠٠٠٠و١٠٠٠) ! ثم تزيل الذرة وتضع مكانها كوكباً متوسط القدر . فتشيل كفة الرجل لخفتها فتضطر الربّة ان تحشد فيها جمهوراً كبيراً من الرجال حتى تتوازن الكفتان . فكم رجل يجب ان تضع فيها ؟ عشرة آلاف مليون مليون مليون مليون (٠٠٠٠٠٠و٠٠٠٠٠٠و٠٠٠٠٠٠و٠٠٠٠٠٠و١٠٠٠٠) رجل ! هذه الارقام تدلنا على مقام الانسان بين الكائنات . انهُ يفوق الذرة نحو الف مليون مليون مليون مليون ضعف وزناً، ويفوقهُ الكوكب عشرة آلاف مليون مليون مليون مليون ضعف وزناً . فكأنهُ يكاد يكون متوسطاً بين الذرة والكوكب. ومن هذه النقطة المتوسطة يستطيع الانسان ان يكشف عن طبيعة الاشياء الصغيرة من جهة والكبيرة من جهة اخرى بفضل صفاتهِ العقلية والروحية التي يتصف بها

ولنفرض الآن ان شابين يثيرها حب الاستطلاع وتدفعهما محبة العلم للعلم ذاتهِ ، عزما ان يقفا حياتهما على البحث العلمي المجرد ، فيذهبان الى الطبيعة ويقولان : نريد ان نقف حياتنا على البحث العلمي ، نروم ان نسير وراء المعرفة كنجم غارب وراء الآفاق البشرية ، فماذا نفعل ؟ فتقول الطبيعة لاحدهما دونك والذرّة . وللآخر دونك والكوكب

ولعلك ايها القارىء تظن كما يظنان ان مسالكهما لن تلتقي بعد ذلك . فالواحد يكب في

معمله العلمي على استقصاء اسرار الذرَّة والدقائق التي يعجز المكرسكوب عن رؤيتها والآخر يقيم في مرصده يصوّر السدم التي يحتوي كل سديم منها على الف الف من النجوم. ثم لا تنقضي مدة عليهما حتى يملَّ كل باحث عمله فيعودان الى الطبيعة فيقول احدهما اشرتِ عليَّ بدرس الذرات ولكني اودُّ درس النجوم. ويقول الآخر: اشرتِ عليَّ بدرس النجوم ولكني اريد درس الذرَّات. فتبتسم الطبيعة وتقول للاول: نعم اشرت عليك بدرس الذرات فارجع الى معملك وأكبّ بكل قوتك على العمل الذي عهدت اليك بهِ ولا بدّ ان يجيء يوم ترى فيهِ ان جدران معملك قد اتسعت حتى تشمل النجوم. وتقول للآخر: اشرت عليك بأن تدرس النجوم. فارجع الى مرصدك وتلسكوبك وسبكترسكوبك ومقاييسك وسيجيء يوم تستيقظ فيهِ فتجد انك في الحقيقة تدرس الذرَّات. وليس هذا الكلام من بنات الخيال

ذلك ان بين العالِم بالطبيعة والعالم بالفلك ميداناً مشتركاً يتفقان فيهِ غرضاً ويختلفان اسلوباً

ولما كان الفلكي لا يستطيع ان يعرف شيئاً عن الكواكب الاَّ مما يحملهُ النور في طيّات امواجهِ فمن الطبيعي ان يكون اول سؤال سألهُ من اقدم الازمنة الى الآن « ما هو النور » ؟ وقد اختلف جواب علماءِ الطبيعة عن هذا السؤال المعقّد في مختلف العصور ووفقاً لاتساع نطاق المعرفة. فاذا وجهنا هذا السؤال الى عالمٍ طبيعي عصري يملك مقدرة التصوير والتمثيل لجلو المعاني الغامضة اخذ بيدهِ قطعةً من الطباشير الاحمر ورسم على لوحٍ اسود خطّاً متمعجاً يشبهُ موجة

وفوق هذا الخط يرسم محضاراً يعدو احدى قدميهِ على ذروة موجة والقدم الاخرى على ذروة الموجة التالية. ثم يمثل هذا المحضار حاملاً على ظهرهِ حملاً صغيراً. ويرسم بعد ذلك خطّاً متمعجاً آخر كالخط الاول برتقاليّ اللون ويجعل المسافة فيهِ بين ذروة موجة واخرى اقصر من المسافة المقابلة لها في الخطّ الاول. اي انهُ يجعل طول الموجة في الخطّ الثاني اقصر منهُ في الخطّ الاول. وفوق هذا الخط الثاني يرسم محضاراً آخر ساقاهُ اقصر من ساقي زميله لأن الخطوة التي عليهِ ان يخطوها من ذروة موجة الى اخرى اقصر، ويرسم على ظهرهِ حملاً اكبر قليلاً من حمل الاول. ثم يرسم خطّاً ثالثاً اصفر اللون طول امواجه (المسافة بين ذروة موجة واخرى) اقصر من طول الأمواج في الخطين السابقين وعليهِ محضار اصغر جسماً وأقصر ساقاً واكبر حملاً. ويلي ذلك خطّ اخضر فأزرق فنيليٌّ فبنفسجيّ. وكلٌّ خطٍّ منها يمثل لوناً من الوان النور حين حلّهِ الى طيفهِ — الأحمر فالبرتقالي فالأصفر فالأخضر فالأزرق فالنيلي فالبنفسجي — ولكنَّ امواج كلّ لون منها اقصر من امواج اللون الذي قبلهُ فاللون الاحمر اطولها امواجاً والبنفسجي اقصرها. والمحضار المرسوم فوق كلّ خطٍ من الخطوط المذكورة يصغر جسمهُ وتقصر اطرافهُ رويداً رويداً كلما انتقلنا من الأحمر الى البنفسجي ولكن حملهُ يزداد إطّراداً

أتستطيع ان تتصور سباقاً طويلاً مسافتهُ ٩٣ مليون ميل تتبارى فيهِ هذه المحاضير المرسومة

فوق الخطوط المختلفة . انها تنطلق من الشمس في لحظة معينة متجهة الى الارض سائرة في عدوها فوق ذرى الامواج . من يفوز منها بقصب السبق ؟ ان المحضار البنفسجي اقصر المحاضير سيقاناً واكبرهم حملاً . فهل يعقل انهُ يستطيع مباراة المحضار الاحمر في هذا السباق وهو اطول ساقاً واخف حملاً ؟ لو كنتَ من محبي الرهان لكنت قامرت بكل مالك على ان المحضار الاحمر هو لا شكَّ الفائز بقصب السبق . ولكنَّ الغرابة كلَّ الغرابة ان هذه المحاضير تجري جنباً الى جنب ثماني دقائق وبضع دقيقة (وهو الزمن الذي يستغرقهُ سير النور من الشمس الى الارض) وتصل الى الارض معاً . . . .

فلنراقبها في سباق مسافتهُ اطول من المسافة بين الشمس والارض وليكن بين سديم المرأة المسلسلة والارض . اذاً يجب علينا ان نجعل الصبر وطول الاناة شعارنا في مراقبة السباق . لان ٨٥٠ الف سنة تنقضي قبلما تقترب المحاضير من هدفها ! وفي هذا السباق ايضاً تصل جميعها معاً . . . فلا يسبق احدها الآخر . ولنفرض ان شبكية العين هي الهدف النهائي على الارض . فانك حين ترفع بصرك الى الفضاء لترى سديم المرأة المسلسلة تصل هذه المحاضير الى عينك وتخترق طبقاتها ثم تتصل بالشبكية فتلقي هناك احمالها . وكل حمل يشتمل على مقدار من الطاقة يؤثر في عصب البصر المنتشر في الشبكية فينتقل التأثر عليهِ الى الدماغ فيقول لك انك تبصر سديم المرأة المسلسلة الآن

ولكن العالِم الطبيعي يرفع اصبع التحذير حينئذٍ ويقول لك ان ما تراهُ ليس سديم المرأة المسلسلة كما هو الآن ولكنهُ كما كان من ٨٥٠ الف سنة . لان ٨٥٠ الف سنة يجب ان تنقضي قبلما تصل هذه المحاضير من هذا السديم الى شبكية عينك حتى تستطيع رؤيتها . فحين ترفع بصرك الى المرأة المسلسلة لا تشاهد الاَّ ما كان حادثاً فيها من نحو مليون سنة واما ما هو حادث الآن فلا يرى الاَّ بعد مليون سنة اخرى يتسنى فيها للاشعة التي تنبئنا عن الحادث من اختراق الفضاء الرحب بينها وبين الارض

على انَّ حبَّ الاستطلاع في نفس العالِم الطبيعي يغلب الحذر على امرهِ فيسأل : ترى « ما هي حالة سديم المرأة المسلسلة الآن » . فيجيبهُ الفلكي « المرجح ان المرأة المسلسلة الآن كما كانت من نحو مليون سنة لان مليون سنة في عمر كوكب اوكوكبة او سديمٍ كثانية في عمر رجل »

فالصورة التي يرسمها لنا الطبيعي محاولاً ان يبين بها طبيعة النور صورة ثنائية . فاذا شئنا ان نعلل ظاهرات الانعكاس والانكسار والتفرق والتعارض وجب ان ننظر الى النور نظرنا الى تأثير موجي ينطلق من الجسم المنير . على هذا النظر يطلق الطبيعي اسم « المذهب الكهربائي المغناطيسي للنور »

واذا شئنا ان نعلل كيف تنطلق الاشعة من الذرَّات او أثر النور في قذف الكهارب من بعض العناصر كما في « العين الكهربائية » وجب ان نتصوَّر النور محاضير دقيقة الاجسام كل محضار منها يحمل على ظهره مقداراً من القوة . هذا المذهب في طبيعة النور يطلق عليهِ علماء العصر اسم « الكونتم » او مذهب المقدار . والمبدأ الاساسي الذي بني عليهِ هذا المذهب ان كل محضار خاص بنوع معيَّن من الامواج لهُ حمل معين لحملهِ . وما من محضار يطلب اليهِ ان يحمل حملاً اكبر من

حملهِ المعين او اقل . كذلك متى اصطدم هذا المحضار بذرة من الذرات يقول لها اما ان تأخذي كلَّ حملي او لاتأخذي شيئاً منهُ . فاذا اضطرت الذرة ان تأخذ كل حمل المحضار لشدة الصدمة وكان هذا الحمل فوق طاقتها اخذت منهُ ما تحتاج اليهِ وشعَّ الباقي موجة اطول من الموجة التي امتصتها اي اطلقت محضاراً يحمل حملاً أصغر

وهذه الصورة التي يرسمها لنا العالم الطبيعي لا تقتصر على النور المنظور بل تشمل اشعة هرتز (أشعة الراديو) من جهة والأشعة التي فوق البنفسجي واشعة اكس واشعة غمَّا والأشعة الكونية من الجهة الاخرى

تأمل الفلكي طويلاً في طبيعة النور وخصائصهِ والصفات الخاصة التي تتصف بها الانوار التي تجيئنا من مختلف النجوم فاتضح لهُ رويداً رويداً — مستعيناً بعلم الطبيعي — ان هذا النور وسيلة لحلّ ألغاز النجوم . ممَّ تتركب النجوم ؟ يبسط لك الطبيعي جدولاً وافياً لانواع الاشعاع التي تتصف بها ذرَّات العناصر الارضية . انهذا الجدول لعلماءِ الطبيعة والفلك كحجر رشيد لعلماء اللغة الهيروغليفية . بهِ يستطيع الفلكيون ان يحلّوا الرموز التي تنطوي عليها امواج النور. فعنصر الصوديوم مثلاً يحدث خطًّا اسود في منطقة اللون الاصفر من الطيف الشمسي . ثم يحلّ نور نجم من النجوم فاذا وجد ان في منطقة اللون الاصفر خطًّا يتفق وخط الصوديوم ففي هذا النجم عنصر الصوديوم . كذلك وجد الفلكيون ان النجوم تتركب من العناصر التي في مادة الارض

ما درجة الحرارة في النجوم ؟ هنا ايضاً يوافينا الطبيعي بالمدد . فيبين للفلكي كيف يتغير لون الجسم الحامي بتغيُّر درجة حرارتهِ . وطريقة تقدير درجة الحرارة في جسم ما بلون النور الذي يشعُّهُ ، يجري عليها علماء التعدين الذين يعرفون ان كتلة من المعدن المصهور تختلف من الاحمر الزاهي الى الاحمر الكرزي الى الاحمر القاني الى الاحمر المصفر الى البرتقالي الى الليموني الى الاصفر بارتفاع حرارتها من درجة ١٠٠ بميزان فارنهيت الى درجة ٢٠٠٠ نعم ان ابرد النجوم اشدّ حرارة من المعادن المصهورة . ولكن الفلكي يتخذ اختلاف اللون في المعادن المصهورة حين اختلاف حرارتها قياساً له يستنتج منهُ لون النجوم من ابردها الى أشدها حماوة وهذه الاخيرة تبلغ حرارة سطحها عشرين الف درجة بميزان فارنهيت ولونها ازرق

ما سرعة النجوم التي تسير في الفضاء سواء أمبتعدة عنا كانت او متجهة الينا ؟ هنا ايضاً يستنجد الفلكي بالطبيعي فيجهزه هذا بجدول يمكنهُ من تعليل الاختلاف في مراكز خطوط الطيف ودلالتها على سرعة النجوم التي تبعث النور المحلول

فعلم الفلك مدين بكثير من حقائقهِ واساليبهِ لعلم الطبيعة . ولكن هذا الدين متبادل بين العلمين . فالفلكي اكتشف في نور الشمس دليلاً يثبت ان في الشمس عنصراً ليس له اثر على الارض فهبَّ علماء الطبيعة والكيمياء في الحال للبحث عنهُ فلما وجدوه — وهو عنصر الهليوم — ثبت

ان لهُ شأناً خطيراً في المباحث الطبيعية الأساسية كبناءِ الذرّة والاشعاع وعمل السبكترسكوب . حقًّا ان عناية العلماءِ بذرّة الهليوم لاتفوقها سوى عنايتهم بذرّة الايدروجين . اما فائدة الهايوم العملية فأشهر من ان تعرّف لانهُ غاز خفيف غير قابل للالتهاب فاستعمالهُ في البلونات الضخمة لهُ فائدة تجارية وحربية كبيرة

ويسهل على الباحث ان يعدّد الامثلة على دين الطبيعي للفلكي بما يشيعهُ من النور في نواحي المسائل العويصة التي تحير لبّهُ . فهو يكشف احياناً عن افكار جديدة في طبيعة المادة يتعذر تصورها في المعمل ولكن تسهل مشاهدتها في النجوم حيث درجة الحرارة تفوق اضعافاً مضاعفة درجة الحرارة في المعامل العلمية ؟ اي طبيعي كان يستطيع ان يتصوّر من عشر سنوات كتلة من المادة بلغت كثافتها مبلغاً يجعل زنة البوصة المكعبة منها طنًّا ؟ اما اليوم فان الفلكي يدلك الى رفيق الشعرى ويقول « هذا نجم زنة كل بوصة مكعبة منهُ طنٌّ وهذه هي الأدلة السبكترسكوبية التي تؤيد ذلك »

فمن الامور الخطيرة في نظر الطبيعي مقدار الطاقة اللازمة لقذف كهرب من ذرّة معيّنة . لقد تمكن من قياس مقدار الطاقة اللازمة لقذف الكهارب من ذرّات بعض العناصر في معمله . ولكن ذلك تعذر عليهِ في بعض العناصر الاخرى . فطلب النجدة من الفلكي فلبّاه . ووضع نفر من علماء الطبيعة الانكليز والهنود النظرية العلمية فأخذها علماء الفلك في جامعة هرفرد بأميركا وجامعة مكجل بكندا وطبقوها على النور الواصل الينا من النجوم فعرفوا بالضبط مقدار الطاقة اللازمة لقذف الكهارب من ذرّات الحديد والفناديوم والاتريوم وغيرها

قيل ان فلكيًّا وطبيعيًّا كانا ذات يوم يتنزهان في مرج انكليزي حيث تكثر القبّر التي ترتفع من الحقول الى الفضاء مرسلة اغانيها الشجية في الهواء . وتظل ترتفع رويداً رويداً حتى تبلغ طبقات الجو العليا واذا بها تهوي على الارض كجلمود صخر . وبعد مراقبة هذه الطيور طويلاً استلقى الطبيعي على العشب وقال « ترى ما متوسط المدة التي تلبثها هذه الطيور في الفضاء » . وكذلك اخذا يضبطان وقت كل قبرة يشاهدانها من طيرانها الى سقوطها . فظلت احداها عشر ثوان واخرى ثماني ثواني وأخرى تسع ثوانٍ وهكذا ....

فقال الفلكي « يتراءى لي اننا كشفنا عن جديد يتعلق بالقبّر فلنكتب كتاباً عن « الطيور » نبدأه بقولنا « ان القبرة الانكليزية عصفور صغير يطير من المرج وهو يغني اغنية شجية ويلبث طائراً مدة متوسطها تسع ثوان قبلما يعود الى الارض كحجر هاوٍ »

على ان الطبيعي لم يهزأ بقول صاحبهِ الفلكي . بل كان غارقاً في بحار الفكر والتأمل . واخيراً التفت الى الفلكي وقال : هناك مسألة ما زالت تحيّر لبي تشبه مسألة هذه القبّر من وجوه كثيرة . اننا نعرف شيئاً كثيراً عن عنصر الكلسيوم . فذرّتهُ عشرون كهرباً تدور حول نواتهِ . ولكننا نستطيع ان نقذف احد هذه الكهارب تاركين ١٩ كهرباً تدور حول النواة . فاذا امتصّت الذرّة

قليلاً من الطاقة تصرف احد كهاربهِ العشرين تصرف هذه القبَّرة اي طار من فلكه الى فلك ابعد عن النواة . نعم انهُ لا يغني كالقبرة اغنية شجية ولكنهُ يحدث اهتزازاً نوريًّا هو اجمل الالوان المعروفة — اللون البنفسجي — وبعد ذلك يرتدُّ فجأة الى فلكه كما تسقط القبرة من اعالي الجو الى الارض

فسؤالي هو هذا — ما متوسط المدة التي يلبثها الكهرب الهارب بعيداً عن فَلَكه الخاص ؟

قال الفلكي : والجواب عن سؤالك هو « جزء من مائة مليون جزء من الثانية » ونور الشمس يؤيد هذا القول . التعليل طويل ولكن اليك خلاصتهُ . كان الفلكيون محيرين لكثرة ذرّات الكلسيوم في طبقات الشمس الخارجية التي تبعد عن سطحها اكثر من الطبقات التي توجد فيها الغازات الخفيفة كالايدروجين . فصورت هذه الطبقات بالفوتوغراف في اثناءِ كسوف كلي فظهر اللهب الاحمر والاصفر الناتج عن الايدروجين ممتدًّا الى مسافة تبعد عن سطح الشمس من ٤ آلاف ميل الى خمسة آلاف ميل . ولكن النور البنفسجي الناتج عن ذرات الكلسيوم «المؤيَّنة»(ionized) كان يبعد الى حدّ تسعة آلاف ميل عن سطح الشمس اي كانت ذرات الكلسيوم أبعد من ذرات الايدروجين عن سطح الشمس مع ان الايدروجين أخف جدًّا من الكلسيوم . وهذه الذرات لا تستطيع ان تبقى بعيدة هذا البعد عن الشمس الاَّ اذا كان لها قوة تدفعها تساوي وتعدّل قوة جذب الشمس لها . وبالحساب الرياضي الدقيق وجد ان الكهارب التي تنطلق من ذرات الكلسيوم بفعل القوة التي تمثلها الذرّة تلبث بعيدة عنهُ جزءًا من مائة مليون جزءٍ من الثانية

جزءٌ من مائة مليون جزءٍ من الثانية ! من يستطيع تصور هذه الفسحة الدقيقة من الزمن ؟ ولكنها في حياة الذرة كافية لان يدور الكهرب حول النواة مليون دورة ! كلٌّ منا يستطيع ان يقيس سرعة العدَّاءِ الى خُمس ثانية اوعُشرها بساعة صنعت خاصة لذلك . وآلة الطبيعي المعروفة « بالاوسيلوغراف » (اي مصوّرة الاهتزازات) تمكنهُ من ان يقيس جزءًا من مليون جزءٍ من الثانية . ولكن قياس الزمن بالكهارب الطائرة من افلاكها يفوق تصورنا . يقابل ذلك ان الفلكي يقدر عمر احدى النجوم بعشرة ملايين مليون من السنين — وهو يفوق تصورنا كذلك !

***

ليس ثمة باحث يعيش لنفسهِ . ما ابعث هذا الفكر على الرهبة والجلال ! كذلك يصح القول ان ليس ثمة نجم او ذرة او كهرب او نبضة من نبضات الطاقة تكون لنفسها . جميع مسائل الكون الطبيعي مرتبط بعضها ببعض بعلاقتها الزمانية والمكانية . انك لا تستطيع ان تحل الغاز الكون من غير الاعتماد على درس الذرّات . ولا تستطيع كذلك ان تفهم بناء الذرّة وتصرفها من دون فهم النجوم . فعالم الفلك الطبيعي يطوف على اجنحة الخيال رحاب الفضاء من ذرة الى ذرة ومن كوكب الى كوكب يدفعهُ حب الاستطلاع الى الوقوف على طبيعة الكون ويتقدمهُ خيال وثاب يلمح صورها المتعددة وتشجعهُ الدلائل التي تؤيد ثقتهُ باتساق الطبيعة — فلا يقف امامهُ حائل ما في بحثهِ عن الحقيقة

علم الطبيعة بين عهدين

وأزمة العلم الحديث

أكتب هذا الفصل وأمامي صورة لافوازييه العالم الفرنسي العظيم الذي حزّت عنقه بقصلة الثورة الفرنسية ، بحجة ان زعماءها لا يحتاجون الى العلماء . كان لافوازييه اول من فسر تفسيراً صحيحاً فعل « الاحتراق » من الوجهة الكيمائية ، على انهُ اتحاد المادة المحترقة بالاكسجين . هذا الرجل الفرنسي العبقري ، لا يزال مذكوراً في كتب الطبيعة والكيمياء ، ببحثهِ الالمعي في ناموس حفظ الطاقة والمادة ، وهو من الاركان التي قام عليها علم الطبيعة في القرن التاسع عشر

وقد انقضت نحو مائة وأربعين سنة ، على تلك المأساة التي فقد فيها هذا العالم رأسه ، ونحن اذا تطلعنا حوالينا الآن وجدنا اننا في عالم جديد من علمي الطبيعة والكيمياء . فقد انقضت حاسة الاستقرار ، في هذين العلمين ، كأنهما كانا مضربين في الصحراء ، فهبت عليهما ريح عاتية اقتلعتهما وتركتهما مسفى للرمال . ولو انهُ اتيح للعالم لافوازييه أن يعود الى الارض من نحو ربع قرن او ثلث قرن فقط ، لما رأى في علم الطبيعة شيئاً يتنكر له . كان لا بدّ له ان يجد حقائق جديدة ، ومستنبطات كثيرة ، ولكنهُ ما كان يستطيع ان يتبين تحوُّلاً في الاصول التي يقوم عليها العلم

واذ كان الزمن يسير سيره الطبيعي من القرن التاسع عشر الى القرن العشرين ، كانت عقول الرجال تختمر بصور جديدة للطبيعة . واذا التجارب والنظريات ، توهن من مقام الآراء القديمة التي مضت في استحواذها على ميدان العلم من ايام لافوازييه الى ايام رنتجن في العقد الاخير من القرن الماضي. واذا نحن بين ليلة وضحاها من ليالي الزمان وضحيته ، في غمار ثورة تقلب علم الطبيعة رأساً على عقب . فانهار كذلك البناء المستقر المشمخرّ الذي شاده علم الطبيعة في القرن التاسع عشر ، وأصبحنا امام مكتشفات لا يستطيع ان يصدقها من آمن بفراداي ومكسويل وكلفن ، مع انها تسير اليوم تحت الوية رجال امثال بلانك واينشتين وطمسن ورذرفورد وملكن

واذا انت سألت من تريد ممن درس علم الطبيعة الحديث ، ما رأيهُ في ناموس حفظ المادة — اي ان المادة لا تتلاشى وانما تتحول فقط — الذي قال بهِ لافوازييه لاجاب انهُ يصدق في احوال الطبيعة كما نحسُّ بها نحن ، ولكن الايمان المطلق بصحتهِ ، في عالم الذرّ الدقيق ، قد انقضى عهده . كان الرأي القديم ، ان المادة مؤلفة من دقائق صغيرة صلبة ، لا يمكن ان تتلاشى . ولكن ذلك الرأي كان له عهد وانقضى . وأصبحنا اليوم نعتقد ، ان الجبال الدهرية الراسية ، والانهار الجارية ، وأجسامنا الحية ، وهواءنا الذي نتنفسهُ ، وهذا الورق الذي اكتب عليهِ ، وهذا الضوء الذي تبعثهُ الينا الشمس

والكواكب ، انما هذه جميعاً دقائق من الطاقة الكهربائية ، او هي حزم من دقائق الطاقة الكهربائية

فالمادة والطاقة في اصلهما ، بحسب آراء العلم الحديث ، ترتدان الى شيء واحد هو الطاقة الكهربائية

واذاً فاحداهما يمكن تحويلها الى الاخرى

واذاً فالمادة يمكن ان تحول الى طاقة . واذاً فالمادة لا تحفظ كما قال لافوازييه

ونحن لا نعدو الحقيقة ، ان قلنا ان علم الطبيعة الآن ، وهو في غمرات هذا الانقلاب الخطير ، مختلط عاليه بسافله . كان يظن في اواخر القرن الماضي ان علم الطبيعة علم مستقر ، وان مبادئه الاساسية ، قد كشفت جميعاً . ففي القرنين السابع عشر والثامن عشر كشفت قواعد الميكانيكيات وأخرج هوجنس نظريتهُ الموجية في الضوء . وفي القرن التاسع عشر أيد فرنل الفرنسي وينغ الانكليزي ، نظرية الضوء الموجية . وعلى هذه المباحث نهضت صورة الاثير المالىء لرحاب الفضاء ، وبني ناموس حفظ الطاقة ، وقال القوم بأن الطاقة المتحولة انما تتحول الى درجات اوطأ ولا يعكس اي أن الطاقة القصيرة الامواج القوية الفعل تتحول الى طاقة طويلة الامواج ضعيفة الفعل ، وكذلك محتوم على الكون في المستقبل البعيد جداً ، ان ينتهي من تحول الطاقة فيه ، الى طاقة لا قدرة لها على احداث التحول . وهذا ما يعرف بناموس الترمودينامكس الثاني . ثم جمع فراداي ومكسويل بين الكهربائية والضوء وقالا بنظرية الضوء الكهرطيسية (من كهربائية ومغناطيس) اي ان امواج الضوء تخضع لقوانين الكهربائية والمغناطيس . وبعد ذلك قام هرتز واثبت وجود الامواج الكهرطيسية التي أطول من امواج الضوء ، وكذلك افتتح عهد اللاسلكي العظيم ، الذي جرى في ميدانه ، لودج وبرانلي ومركوني وفلمنغ وده فرست وغيرهم

كانت هذه هي الاركان التي يقوم عليها علم الطبيعة في القرن الماضي

فلما ناولها القرن التاسع عشر الى القرن العشرين ، كان ينتظر منهُ ان يحافظ عليها، ويضيف اليها شيئاً هنا وشيئاً هناك ، من دون ان يتعدى عليها ، بالتحويل ، دع عنك التدمير والنقض .

ولكن العلم ليس شديد الاحترام ، الاَّ للحقيقة . وهذا هو الانقلاب ، قد أقبل علينا في خلال ثلاثين سنة ، بخيله ورجله ، فلا نستطيع أن نفلت منها . اكتشفت اولاً اشعة اكس ، ثم فعل الاشعاع ، فثبت ان المادة ليست دقائق مستقرة لا تتحول . ثم كشف طمسن الالكترون ، فبيَّن ان الذرة التي كانت تحسب كالكرة الصلبة ، انما هي مركبة من دقائق اصغر منها . ثم كشف الراديوم ففتح ميدان البحث في تحوُّل العناصر أمام العلماء ، وعند الحد الفاصل بين القرنين التاسع عشر والعشرين ، أعلن بلانك ، ان الطاقة — الضوء والحرارة وغيرها — ليست متصلة البناء ، بل هي كالمادة ذرية البناء ، وهذا هو المبدأ الذي تقوم عليه نظرية الكم ، كما تدعى ، ونظرية « المقادير » كما نحب ان ندعوها ، لان مقدار ترجمة Quantum وهو اسم النظرية في اللغات الاعجمية . فاقتضت هذه النظرية اعادة النظر في نظرية الضوء الموجية ، فوجد العلماء انفسهم في مأزق ، وهم الآن يحسبون الضوء

دقائق او مقادير من الطاقة تسير سيراً موجيًّا ، ولكن المخرج التام من المأزق لم يكشف بعد ثم جاء اينشتين ، وبنى على تجربة قام بها العالم الاميركي ميكلصن،فأدخل فكرة النسبية واستغنى عن اثير القرن التاسع عشر ، وقال انهُ من المستحيل علينا التوصل الى معرفة الحركة المطلقة لان كل حركة انما تتم بالنسبة الى مشاهدها فتختلف في اتجاهها وسرعتها في نظره عنهما في نظر مشاهد آخر. وحبك من الزمان والمكان شيئاً جعله وحدة الكون الطبيعي او ما يدعوه بالحادثة (Event)

ولم تمض سنوات ، حتى بدا لنا كأن حلم الكيماويين الاقدمين قد بدأ يتحقق ، وها هو ذا رذرفورد ، وغيره من علماء الطبيعة يطلقون المقذوفات المنطلقة من الراديوم ، وغيرها من المقذوفات التي يصنعونها هم ، على ذرات العناصر ، فيحولونها ، فيجعلون النتروجين اكسجيناً ، والبريليوم كربوناً . انهم يحولون العناصر ، ولكنهم لا يبغون صنع الذهب ، بل يبحثون عن الحقيقة ، وهي عندهم أغلى من الذهب وأثمن من البلاتين

وقد تحول كذلك النظر الى السماء فالكون يمتد وراء المجرة الى مجرات اخرى وهي تتفرق جميعاً كأنها نثار قنبلة قد انفجرت ، ومن رحاب الفضاء تجيئنا أشعة قوية النفوذ والاختراق للاجسام يحسبها ملكن دلائل على تكوين العناصر الثقيلة في رحاب الفضاء ويقول جينز انها اشارة الى فناء المادة في تحولها الى اشعاع . فالاول يقول ان الكون يبتدىء حيث ينتهي اذ تتحول الطاقة الى مادة ، واما الثاني فيقول ان الطاقة اذا تحولت الى طاقة ضعيفة بحسب ناموس الترموديناميكس الثاني ، فلن ترتد . وأدهى من كل هذا ان العالم هيزنبرج الالماني ، اثبت انهُ اذا تغلغلت الى عالم الالكترونات تعذر عليك ان تؤمن بأن في الطبيعة سبباً ومسبباً او علة ومعلولاً ، فناموس السببية يضعف عند ما يدخل عالم الالكترونات وهــذا ما يعرف عند علماء العصر بمبدإ عدم التثبُّت Principle of Uncertainty ، ومن هنا ما يدعى أزمة العلم الحديث

وازمة العـلم الحديث شبيهة بأزمة الاقتصاد الحديث . فالازمة الاقتصادية هي ازمة « كثرة وفيض » اكثر منها ازمة « فقر واملاق » . كذلك في العلم . ففي عصر حافل بنشاط علمي يضاهي عصر غليليو ونيوتن ، نسمع نغمة حيرة تتردد في المحافل والمجامع . فكأن العلم بعد ما غزا الطبيعة فقد ثقته في نفسهِ . فارتبك وتجلجل . ذلك ان الثورة التي طغت على العلوم الطبيعية الحديثة ، فقلبت اوضاعها الاساسية جعلت العالِم والعامي سواء ، في اعتقادهما ان النظريات العلمية غير كافية للاعراب عن الحقيقة بل هما يرتابان في ان الطبيعة يمكن ان تكون حقيقة كما يصورها لنا رجال العلم ، محدثوهم وقدماؤهم على السواء

فالرجال الذين يعالجون نظرية المقدار يقولون ان الاوليات العلمية وناموس العلة والمعلول تتهاوى بين أيديهم اذ يحاولون تطبيقها على الالكترون والبروتون . ولما كانت كل الاشياء المادية مبنية من الكترونات وبروتونات فمعنى قولهم هذا أنهم لا يؤمنون بعد الآن بالسببية او الجبرية . يقول

اينشتين ان الايمان بناموس السببية مهدد اليوم من قبل اولئك الذين أنار هذا الناموس سبيلهم — اي علماء الطبيعة . فكأن قول الفيلسوف كونت لما حذّر العلماء من التمادي في النفوذ الى ما وراء المكروسكوب من اسرار الطبيعة ، قد صحّ بحذافيره

كان كونت ناقماً — لما قال قوله هـذا — على علماء الاجتماع ، الذين يريدون ان يتعدوا درس مظاهر الاجتماع الى البحث في الاسباب الاولى فقادهم ذلك الى الشقاق والفوضى . نخشي ان تصاب العلوم الطبيعية بما أصيبت بهِ العلوم الاجتماعية ، اذا شرع علماء الطبيعة في البحث عن الأسباب الاولى . وكان رأيهُ ان يكتفي العلماء ، بتخطيط الظاهرات الطبيعية ، من حيث انتظامها العملي ، لتكون مرشداً للانسان في حياته اليومية ، لانهُ اذا حاول العالِم ان يتقصّى النواميس الطبيعية كما هي وراء مظهرها الواقعي ، فقد يجد أنها ليست مطلقة ، وانها لا تخرج عن كونها احتمالات ، لا نواميس على الاطلاق . ولكن العلم لم يأبه لنصح الفيلسوف ، وها هو ذا مرتطم محيَّر لا يعرف من المأزق مخرجاً

ولا ريب في انهُ من المستطاع ان يقام الدليل على انسرعة تقدم العلوم قد بلغ بها رأس منحدر أخذت تنزلق من شاهقة الى سفحهِ . فبرتراند رسل الفيلسوف الانكليزي يبدي قلقه من وجود الهوة التي نشأت بين الصور المجردة التي يرسمها العلم الحديث والصور التي يرسمها ويدركها الذهن البشري . وكأن العلم الحديث أصبح برج بابل جديد تبلبلت فيه الالسنة ، فلا يفهم الجمهور الثاوي عند قاعدته ، ما تقوله الخاصة المقيمة على قمته

والأثر النفسي للانقلاب الذي أحدثهُ اينشتين واتباعه فزعزع الصورة التي رسمها نيوتن للكون ، هو ان النظريات العلمية لا تخرج عن كونها شيئاً ذهنيًّا لا يطابق الحقيقة . يقول الاستاذ بردجمن احد علماء جامعة هارفرد : « كنا نتوقع ان يكون هدف النظريات الطبيعية الكشف عن الحقائق الاساسية اما اليوم فاننا لا نصرّ كثيراً على الحقائق الاساسية ، وذلك لاننا اضعف ثقة مما كنا في ان الحقيقة الاساسية ، التي كانت هدفنا ، لها اي معنى على الاطلاق »

بل ان حيرة ادنغتن وشكّهُ اوضح من حيرة رسل وريبة بردجمن ، وهو يعبر عنهما بصورة شعرية اذ يقول بأنهُ واثق من اننا لا نستطيع ان نكشف بالعلم ، الاّ آثار خطانا على الرمل ، واننا لا نستطيع الخروج من التعميم الصادر عن ذواتنا ، الاّ في «علم المقدار» وهناك نكتشف ان ليس للطبيعة نظام معقول . فكل النواميس التي نصوغها ليست الاّ نواميس مصطنعة وان الناموس الوحيد ، هو ان ليس في الطبيعة ناموس

وقد نستطيع ان نمضي في سرد اقوال العلماء والمشتغلين بالعلم ، التي من هذا القبيل ، فنرسم لحالة العلم في العقد الرابع من القرن العشرين ، صورة قاتمة تبعث القنوط في النفس ، ولكن هل هذه الصورة تمثل الحقيقة والواقع ؟

لا يحتاج الكاتب الى ان يكون فيلسوفاً عملياً ، لكي يؤمن بالقول المأثور « من ثمارهم تعرفونهم » . فاذا نظرنا الى العلم هذه النظرة ثبت لنا في الحال ان القول بانهياره سابق لاوانه على الاقل ، لاننا لا نعرف عصراً يفوق هذا العصر ، في كثرة ما انتجهُ العلم من الثمار . ولا نحن نستطيع ان نحسب نظرية النسبية ، صورة ذهنية غير مطابقة للحقيقة ، بعد ما ايدتها المباحث في مختلف فروع البحث الطبيعي والفلكي ، حتى في ميدان نظرية المقدار حيث ثبت ان النواميس العالمية ليست الاّ احتمالات كبيرة وان المبدأ الاساسي في الطبيعة هو مبدأ الصدفة لا مبدأ الحتم . هنا يتبين لنا عند انجلاء الغبار من ميدان المعمعة ، ان القول بأن النواميس الطبيعية ليست الاّ احتمالات كبيرة ، لايضير العلم ، وانما يضير كرامة العالم فقط او ما يحسبهُ العالم كرامتهُ ، لانهُ كان يقول بأن النواميس العلمية التي اكتشفها نواميس مطلقة . ولعلنا نجد في هذا القول ما يطمأننا الى حين

***

ولد العلم الحديث من الفلسفة حوالي منتصف القرن السادس عشر . ولد ثائراً على امة فانقلب على أساليبها القائمة على التأمل والاستنتاج من مسلمات فلسفية متخذاً لهُ اعواناً من المشاهدة والاستقراء والتجربة واسلحة من التلسكوب والمكرسكوب وغيرها من الادوات العلمية

وكان أئمة هذه الثورة على الفلسفة تيخو براهي وكبلر وكوبرنيكس وغليليو — وخاصة هذا الاخير الذي استنبط التلسكوب . وسار زعماء العلم من نصر الى نصر يكشفون عن اسرار الطبيعة ويتنبأون بحوادث الفلك تنبؤاً دقيقاً بعدما استخرج نيوتن نواميس حركات الاجرام الى ان كان القرن التاسع عشر فاذا الكون في نظرهم آلة مبنية من ذرات المادة المتحركة تجري بحسب نواميس ميكانيكية دقيقة واذا المادة لا تتلاشى في عرفهم والضوء امواج تسير في خطوط مستقيمة في وسط مموهُ الاثير

ثم كشف عن اشعة رنتجن وعن الراديوم وعن الالكترون على ايدي رنتجن وكوري وطمسن واعوانهم فكان ذلك فاتحة عهد جديد في العلم الطبيعي وتلاهم بلانك بمذهب الكونتم (الكم او المقدار) واينشتين بمذهب النسبية وده برولي وهيزنبرج وانداده‍ما بمذهب جديد لبناء الالكترون والبروتون. واذا نحن نجد في كل هذه المباحث ان المادة تكسب وزناً اذا تحركت بسرعة عظيمة ، وتتلاشى ، فتتحول الى طاقة ، وان للضوء ضغطاً وهو ينجذب كأنهُ شيء مادي . ثم ان الضوء ليس امواجاً في الاثير بل مقادير من الطاقة ولا حاجة بها الى الاثير ، وان اجزاء المادة النهائية تتصرف كامواج وان المعرفة اليقينية في القرن التاسع عشر صارت معرفة نسبية في سنة ١٩٣٤ وان عالماً مؤلفاً من ثلاثة ابعاد لايكفي لكل هذه الظاهرات بل نحتاج الى عالم ذي ابعاد لا تحصى وان الفرق بين الطاقة والمادة انما هو فرق في سرعة كل منهما . (رأي مشرّفة) في هذه الاعتبارات نجد مكاناً رحباً للعقل الفلسفي يسعى الى توحيدها في نظام شامل . والرجاء معلّق باتحاد الفلسفة والعلم في الوصول الى هذا الغرض

القوى الكامنة في الذرة

الايدروجين واصل العناصر

وزن الايدروجين الذرّي في اصطلاح الكيمياء واحدٌ وعند التدقيق واحد وسبعة وسبعون جزءًا من عشرة آلاف جزءٍ (١٫٠٠٧٧) وفي هذه الزيادة على الواحد اعظم مصدر للقوة اذا عرفنا كيف نطلقها ونستخدمها فنستعملها حينئذٍ لخير الناس او لضرّهم

ولتعليل هذه الزيادة يجب ان نلتفت الى مبادىء المذهب الذري . فاذا قلنا ان وزن الايدروجين واحد لم نفهم شيئاً عن حقيقة الواحد الاَّ اذا فهمنا ما هو القياس الذي بني عليه لان المقاييس نسبية

نشر دلتن الكيماوي مذهبهُ الذرّي سنة ١٨٠٣ وبعد ما مضى على نشره نحو عشر سنوات لاحظ العالم الانكليزي پروت ان الاوزان الذرية للعناصر قريبة جدًّا من الاعداد الصحيحة حتى ليَصح القول بانها لم تحدث كذلك اتفاقاً . وظن ان العناصر المختلفة مركبة من مقادير متباينة من الايدروجين بحسب اعدادها . وان الكسر الذي يظهر في اعداد بعضها يمكن تعليلهُ

فاهتمَّ العلماءُ بهذا القول اولاً ثم اهملوهُ زمناً طويلاً لانهُ ظهر ان بين اوزان العناصر الذرية ما لا يستطاع جعلهُ عدداً صحيحاً بطريقة من الطرق العلمية المعروفة . واشهر هذه العناصر عنصر الكلور الذي وزنهُ الذري ٣٥ ½ فما من وسيلة علمية الاَّ واستخدمها العلماءُ لجعل وزنهِ الذري ٣٦ او ٣٥ تأييداً لقول پروت فلم يستطيعوا . ولو كان الكلور كالبوتاسيوم الذي وزنهُ الذري ٣٩٫١ او كاليود الذي وزنهُ الذري ٢٦٫٩ لقالوا ان الفرق بين الوزن الذري والعدد الصحيح قليل وقد يكون سببهُ خللُ الموازين . وللكلور اشباه اهمها السلكون ووزنهُ الذري ٢٨٫٣ والمغنيسيوم ووزنهُ الذري ٢٤٫٣ لذلك اهمل مذهب پروت مع ما في اوزان سائر العناصر من الدلالة على صحتهِ

لكن الاهمال لم يقضِ عليهِ فصرَّح السر وليم كروكس في مجمع تقدم العلوم البريطاني الذي التأم في برمنغهام سنة ١٨٨٦ ان العناصر ليست موادَّ بسيطة كما يظنّ وان الاوزان الذرية ليست اعداداً محدودة فما اسمهُ مغنيسيوم قد لا تكون ذراتهُ من وزن واحد بل قد يكون مزيجاً من ذراتٍ، وزن بعضها الذري ٢٤ ووزن البعض الآخر ٢٥ او ٢٦ فيتكوَّن من اجتماعها عنصر وزنهُ الذري ٢٤٫٣ او نحو ذلك . وهذا يعني ان الاوزان الذرية كما تظهر بالامتحان ليست سوى ارقام تقريبية تدل على متوسط وزن الذرات المختلفة في عنصرٍ ما

ولا بدَّ من نقل العبارة التي ذكرها كروكس في هذا الصدد ونشرت قبل ان يتحقق قولهُ بنحو عقدين من السنين . قال :

« ارى انهُ اذا قلنا ان وزن الكلسيوم الذري ٤٠ عنينا ان اكثر ذرات الكلسيوم وزنها الذري ٤٠ ولكن قد يكون بينها ذرات اخرى كثيرة وزنها الذري ٤١ و٣٩ او ٤٢ و٣٨ »

كان هذا القول حينئذٍ مجرد ظن او تكهن على انهُ ككثير من آراء السر وليم كروكس كان مبنيًّا على ألمعية وزكانة فيهِ يجب احترامهما . وكان هذا الرأي حقيقاً بان يمتحن حين الادلاء بهِ لكن وسائل امتحانهِ لم تكن مستطاعة حينئذٍ والبحث عما تتركب منهُ العناصر اذا صحَّ القول بانها مركبة لا بسيطة لم يكن مما تتيسر معرفتهُ بالوسائل الكيمائية لان الاجزاء التي يتركب منها العنصر ذات خواص كيمائية متماثلة فلا تختلف الاَّ وزناً ذريًّا ، فلا يمكن تمييز بعضها عن بعض . ولو لم تكن كذلك لفرَّق بينها الكيماويون وحسبوها من عناصر مختلفة

وكان الاستاذ صُدي يبحث في الاشعاع فخطر لهُ ان هناك عناصر تتألف من ذرات تختلف وزناً ولكنها تتماثل في ما عدا ذلك اي ان خواصها الكيمائية واحدة وطيف نورها واحد فسمَّاها بالعناصر المتماكنة isotope — وقد ترجمها الدكتور صرُّوف بالنظائر — اي انها توجد في مكان واحد من جدول منديليف الدوري ولكنها تختلف وزناً ذريًّا . كان ذلك سنة ١٩١٠ . ثم استنبط الاستاذ طمسن (السر جوزف طمسن) اسلوباً في سنتي ١٩١٢ و١٩١٣ لتحليل المواد باسلوب طبيعي في انبوب مفرغ يعرف باسلوب الاشعة الايجابية فاخذهُ الاستاذ أستُن واتقنهُ واستعملهُ فاثبت قول كروكس واستنتاج صُدي . واعلنت هذه النتائج في مجمع تقدم العلوم البريطاني في برمنغهام سنة ١٩١٣ مع اثباتٍ جديد للقول بأن الاوزان الذرية اعداد صحيحة وان ما يظهر في بعضها من الكسر سببهُ امتزاج ذرات العنصر المتماكنة (النظائر) اي التي تختلف اوزانها وتتماثل خواصها وطيوفها

واثبت استن ايضاً ان الكلور الذي وزنهُ الذري ٣٥٫٥ وعند التدقيق ٣٥٫٤٦ هو في الحقيقة مزيج من عنصرين مختلفين وزناً اي ان هذين العنصرين يشغلان مكاناً واحداً في جدول منديليف الدوري هو مكان الكلور ولكن وزن احدهما الذري ٣٥ والآخر ٣٧ وفي مزيجهما ٣ اجزاءٍ من الاول وواحد من الثاني . كذلك أبان ان ذرَّة السلكون الذي وزنهُ الذري ٢٨٫٣ مزيج من ثلاث ذرات : ذرتين وزن كل منهما ٢٨ وذرَّة وزنها ٢٩

وليست كل العناصر امزجة كهذين العنصرين فوزن الكربون الذري ١٢ تماماً ووزن النتروجين ١٤ تماماً . اما ذرَّات المنغنيس فمزيج من ثلاثة ذرات اوزانها ٢٤ و٢٥ و٢٦ والارغون مزيج من ذرات كثيرة وزن كل منها ٤٠ وذرات قليلة وزن كل منها ٣٦

ولكن الاساس الذي بنيت عليهِ هذه الارقام عددٌ صحيح وقد وضع تحكماً لعنصر بسيط التركيب هو الاكسجين فجعل ١٦ ومن ثمَّ قيست بهِ سائر العناصر فجاءَ الكربون ١٢ تماماً والهليوم ٤ تماماً والغريب ان وزن الايدروجين الذري على هذا القياس ليس واحد بل واحد وسبعة وسبعون جزءًا من عشرة آلاف جزءٍ كما تقدم في صدر هذا الكلام

فكيف يصحّ القول ان مذهب پروت قد تحقق او ان صحة المذهب القائل ببناءِ جميع العناصر من الايدروجين محتملة

كل ما نستطيع ان نقوله الآن ان العناصر مؤلفة من دقائق نستطيع احصاءَها واما مسألة بنائها من الايدروجين فما يجب البحث فيهِ

والبحث فيهِ يكون من وجهين الاول الوجه العملي والثاني الوجه النظري فلنبدأ بالاول لانهُ اسهلهما من المقرر ان الذرة مؤلفة من نواة كثيفة تحيط بها كهارب خفيفة ومعظم الوزن الذري هو وزن النواة : حتى في الايدروجين الذي نواتهُ اخف النوى فان وزنها يزيد ١٨٥٠ ضعفاً على وزن الكهرب الذي يحيط بها . اما الاورانيوم وهو من اثقل العناصر فوزن نواته اكبر من وزن كل كهرب حول نواته ١٧٠٢٠٠ ضعف . ولذلك حينما يذكر الوزن الذري يقصد بهِ وزن النواة فاذا قلنا ان الذرة الواحدة من ذرات احد العناصر مؤلفة من الايدروجين فعلينا ان نثبت ان نواته مؤلفة من الايدروجين

ان ذرة الايدروجين مؤلفة من نواة كهربائيتها موجبة وفي المنطقة التي حولها كهرب سالب . فاذا كانت نوى ذرات العناصر الاخرى مؤلفة من ايدروجين فيجب ان تكون مركبة من نوى ذرات الايدروجين محشوكة حشكاً حتى تتكوَّن النوى الثقيلة في العناصر الثقيلة

وقد كان علماء الطبيعة يعرفون ان النواة هنة صغيرة محشوكة مشحونة بالكهربائية الموجبة ولم يعرَف عدا ذلك شيءٌ عن صفاتها قبل ان استنبط السر ارنست رذرفرد اسلوباً لحلها ودرس بنائها . لم يستطع ان يحلها بالحرارة العالية ولا بالبرد الشديد ولا بالضغط لان هذه العوامل الطبيعية على قوتها لا تؤثر فيها بالغة شدتها ما بلغت . فاستنبط وسيلة استطاع بها ان يجعل نواة تصطدم باخرى فتمزقها. عرف بثاقب نظره ان الدقائق التي تنطلق من الراديوم بسرعة آلاف الاميال في الثانية يمكن استخدامها لهذا الغرض لكن النواة صغيرة جداً يندر اذ تصاب . على ان الدقائق المنطلقة كثيرة والذرات التي سُدِّدت الدقائق اليها كثيرة كذلك فكان لا بد ان يصطدم بعضها ببعض او واحدة منها باخرى وكانت النتيجة انهُ حينما مُزِّقت النواة بهذه الوسيلة خرج منها ايدروجين . والادلة على ذلك متوافرة فيما كتبهُ رذرفرد

فلدينا هنا دليل عملي يثبت وجود الايدروجين في النواة كالدليل على وجوده في الماءِ ولا يخفى ان الايدروجين يستطاع اخراجهُ من الماءِ بامرار تيار كهربائي فيهِ .على ان مقدار الايدروجين الخارج من الماءِ كبير جداً اذا قيس بالمقدار الذي يخرج من النواة كما في تجارب رذرفرد . لكن العلماء اعتادوا البحث في الذرات على صغرها والادلة التي اقامها رذرفرد على صحة مذهبهِ صحيحة في نظرهم وهي تثبت ان في النواة ايدروجيناً كما ذكرنا ولكنها لا تثبت ولا تنفي هل تتألف النواة من ايدروجين ممتزج بمادة اخرى او من ايدروجين صرف

ولا بد من ان يسأل سائل : ماذا خرج من النواة عند تمزيقها غير الايدروجين . فنجيب ان ذرات

الهليوم تنطلق من النواة ايضاً . ولكننا نعلم ان ذرات الهليوم موجودة ان لم يكن في كل العناصر ففي كثير منها لانها تنطلق من نفسها في حالة الاشعاع من العناصر المشعة ، فيظهر كأنَّ كلَّ شيءٍ مؤلف من ايدروجين وهليوم .

ننتقل الآن الى البحث فيما تتألف منهُ ذرات الهليوم . فوزن الهليوم الذري اربعة تماماً . فاذا كان وزن الايدروجين الذري واحداً لم يخامرنا شك — بناء على القول بان كل العناصر مؤلفة من الايدروجين — في ان ذرة الهليوم مؤلفة من اربع ذرات ايدروجين محشوكة معاً . لكن وزن الذرة الواحدة من الايدروجين ليس واحداً تماماً بل هو واحد وسبعة وسبعون جزءًا من عشرة آلاف جزءٍ ! فكيف يصح القول بان اربع ذرّات منهُ تؤلف ذرة واحدة من الهليوم

هنا يصل الكلام بنا الى الوجه النظري في هذا البحث ولابدَّ من ذكر شيء عن المذهب الكهربائي في بناءِ المادة . فالعلماء اقرّوا الآن ان المادة مركبة تركيباً كهربائيًّا وان ما يسمَّى « قوة استمرار» سببهُ شحنات كهربائية متحركة في حقل ممغنط وبالتالي « ان قوة الاستمرار امر كهربائي او صفة من صفات الاثير وان هذه القوة او الوزن ليست ناتجة عن شيء في المادة نفسها بل ناتجة عن شيءٍ يحيط بها . ووزن الشحنة الكهربائية سببهُ الاثير الذي تحركهُ معها في حركتها »

ذلك كلهُ كلام مبهم — وهو للسر اولقر الذي لا يزال الاثير في نظرهِ اساس كل فهمٍ للكون ومظاهره — لا نستطيع ان نبني عليهِ امراً عمليًّا والافضل ان نقول بان هذه القوة او هذا الوزن يعلَّل بالقوى الكهربائية المغنطيسية وان كل شحنة كهربائية لها وزن مرتبط بها وانهُ حين اجتماع الشحنات الكهربائية تجتمع اوزانها ايضاً

***

ولكن متى حشكت الشحنات الكهربائية معاً عدّل بعضها بعضاً الى درجة ما ، فيعدل الايجابيُّ منها السلبيَّ واذا استطعنا ان نحشكها معاً حتى يزول كل فارق مكاني بينها لاشت قوة الواحد منها قوة الآخر . وهذا محال على ما نعلم ولكننا نستطيع ان نقرب هذه الشحنات بعضها من بعض فيكاد يعدل بعضها بعضاً ويقل وزنها . فاذا فصل بين شحنتين كهربائيتين مسافة معيّنة كان وزنهما مضاعف وزن احداها . اما اذا حشكتهما تلاشى بعض وزنهما فيصير وزنهما اقل من مضاعف وزن احداها. فيظهر كأنَّ شيئاً من وزنهما قد تلاشى

قلنا انهُ اذا كانت نواة الهليوم مؤلفة من اربع ذرات ايدروجين فهذه الذرات يجب ان تكون محشوكة حشكاً . والحشك كما قدمنا يقلل الوزن فمجموع الذرات الاربع وهي محشوكة لا يزن اربعة اضعاف الشحنة الواحدة بل اقل من ذلك قليلاً اي ان المجموع لا يزن اربعة اضعاف ١٫٠٠٧٧ — وهو الوزن الذري للايدروجين — بل اربعة اضعاف واحد وهذا ما ينتظر حدوثهُ . وبهِ نستطيع ان نعلل ازالة الفرق بين وزن الايدروجين الذري لما يكون صرفاً وبين وزنهِ وهو داخل في بناء ذرات

العناصر الاخرى فهو في الاولى ١٫٠٠٧٧ وفي الثانية واحد فقط . ولذلك فالهليوم قد يكون مؤلفاً من ذرات ايدروجين محشوكة حشكاً فيكون الايدروجين في هذه الحال وزنهُ الذري واحداً لا ١٫٠٠٧٧

***

فيظهر مما تقدم كأن المادة قابلة للفناء والاَّ فأين ذهبت الاجزاء السبعة والسبعون من عشرة آلاف جزء من وزن الايدروجين الذري ؟ لكن المادة اذا فنيت او ظهر انها فنيت تترك اثراً وهذا ما يجب ان ننظر فيهِ الآن فاذا اختفت المادة فأي اثر تترك وراءها

هنا يدخل مذهب النسبية القائل ان الطاقة والمادة تتبادلان بطريقة من الطرق فاذا زالت المادة تولدت طاقة واذا زالت الطاقة تولدت المادة.» وهذا امر لم نستطع ان نفعلهُ في معاملنا العلمية بعد . وما من عالم استطاع ان يحوّل المادة الى طاقة او الطاقة الى مادة . وسيكون ذلك اليوم يوماً مشهوداً اذا تمَّ لنا ذلك وأملنا معقود بامكان تحقيقهِ »

هنا نقف لنرى كيف نستطيع ان نفهم ذلك ونبحث عن رأي طبيعي نقدر ان نبنيه على هذا التحول او التبادل بين المادة والطاقة . اما لدج فيرى انهذا التبادل لا يتم الاَّ بواسطة الاثير. فلقد ثبت ان الاثير مرتبط بسرعة عظيمة محدودة وهي سرعة انتقال الامواج او ايضاً سرعة النور . ويجب ان نتطلع الى الاثير المتحرك حركة زوبعية او رحوية بالسرعة المتقدم ذكرها كاساس لتعليل تركيب المادة . فحركة زوبعية في سائل تقارب الجماد في بنائها ويصير لها وجود خاص كما اثبت هلمهلتز ولورد كلفن . فاذا حدث ما اعاق هذه الحركة ضعفت قوتها فينتهي كونها مادة وتصير طاقة

لكن الطاقة التي تتولد من شيء يدور او يتحرك بسرعة الضوء كبيرة جدًّا لان الطاقة ترتبط بمربع السرعة فاذا تحركت ذرة غبار صغيرة بتلك السرعة ولدت طاقة تنقل ما وزنهُ طنًّا آلافاً من الاقدام . والطاقة المتولدة من عشر الملغرام المتحرك بسرعة النور تساوي طاقة ستمائة طن هابطةٍ من علو ميل

فاذا اختفى مقدار صغير من المادة المنظورة تولدت طاقة كبيرة من ذلك الاختفاء . كذلك حينما يحشك الايدروجين حتى يصير من حشكه هليوم لا يتعرض كل الايدروجين للفناء بل يفنى من كل جوهر منهُ ٠٫٠٠٧٧ وهذا المقدار صغير جدًّا لكن ما يختفي حينما يصنع مقدار كبير من الهليوم كبير جدًّا حتى ليصبح مصدر طاقة تخجل امامها بما عندنا من مصادر الطاقة الهائلة

لكن العلماء لم يستنبطوا حتى الآن اسلوباً يحشكون بهِ ذرات الايدروجين حتى تتألف منها ذرات هليوم . ولا شك في ان ذلك حدث في مكان من الامكنة وعصر من العصور الخالية ولعلهُ حدث في داخل الكواكب على أساليب لا نفهمها الآن . فاذا صح ذلك فهذا تعليل يفسّر لنا ارتباط المادة بالطاقة . ولعل هذا الارتباط سبب الحرارة العظيمة في النجوم . ولعلَّ انطلاق قليل من هذه الطاقة سبب حركة النجوم السريعة . فهذه الاجرام الفلكية كلها تدور وكل جرم كبير منها

حام. ولا نستطيع تعليل هذه الطاقة العظيمة باحدى القوى المعروفة لدينا انما نستطيع تعليلها بما تقدم

فلذلك نرى ان مقدار الطاقة في الفضاء عظيم . وليس ثمة صعوبة في تعليله بحسب ما تقدم . ومتى تسنَّى للبشر ان يطلقوا بعض الطاقة الكامنة في الذرَّات على هذا السيار الصغير توصلوا الى قوة ، نتائجها تضر او تنفع وفقاً لاحوال العمران ونوازع النفس حينئذٍ

تحطيم الذرَّة

منذ ما اثبت السر جوزف طمسن ان الذرة مركبة من دقائق ، اصبح تحطيم الذرة موضوعاً يخلب لب العلماء وقراء الروايات الاخاذة على السواء . وقد اهتم العلماء بهذا الموضوع لانهم علموا ان في داخل الذرة تكمن طاقة عظيمة . ولكن الباعث الاعظم على عنايتهم كان رغبتهم في الكشف عن اسرار البناء المادي . ففهم بناء الذرة يفضي الى فهم طبيعة الكهربائية وحركات الاجرام السموية وقد يفضي اخيراً الى فهم لغز الاشعة الكونية

ولكن الناحية الاخاذة في موضوع تحطيم الذرة ، هي الناحية التي استرعت عناية الجمهور . فقد قيل للجمهور انهُ اذا تحطمت الذرة لم يدرِ احد ما يسفر عن تحطيمها — وهو صحيح . فتسرَّع الناس في الحكم المبني على هذه الاقوال وظنوا ان قوى هائلة تنطلق منها في لحظة ، كما ينطلق الغاز من مادة متفجرة ، فينشأ عن انطلاقها انقلاب عالمي . ومكث مكاتبو الصحف على ابواب العلماء ينتظرون الانباء ، وكأنهم على فوهة بركان لا يدرون اي متى يثور . أما كتَّاب الروايات الباحثون عن استنباط غريب يعزونهُ الى ابطال رواياتهم فوجدوا في تحطيم الذرَّة مناط آمالهم ، فذهب خيالهم في وصفهِ ووصف نتائجهِ كل مذهب

ولقد حطمت الذرة فتمَّ للدكتور كوكروفت والدكتور وُلطن [1] — وهما من علماء معهد كافندش بجامعة كمبردج الذي يرأسهُ اللورد رذرفورد — تحقيق ما حاول العلماء تحقيقهُ منذ

---

(١) وجد الدكتوران كوكروفت وولطن انه اذا اطلق على ذرات الليثيوم (ووزنه الذري ٧) بروتونات وقد زيدت سرعتها بفعل ضغط كهربائي قدره ٦٠٠ فولط حدث نوع جديد من تحطيم الذرة يصحبه انطلاق طاقة داخلية من رتبة ١٦ مليون فولط . والظاهر ان ذرة الليثيوم تجتذب اليها بروتوناً ثم تنحل الى دقيقتين من دقائق الفا ، طاقة اندفاع كل منهما ثمانية ملايين فولط

ولما كان البروتون هو الدقيقة الموجبة الكهربائية في ذرة الايدروجين ، ودقيقة الفا هي نواة ذرة الهليوم (وهي مؤلفة من اربعة بروتونات وكهربين) صحَّ ان نقول اذن ، ان ذرة الليثيوم وهو اخف الفلزات Metals اطلقت عليها نواة الايدروجين فاتحدتا ثم انحلتا الى غاز الهليوم . واذاً فالمادة تحولت من شكل الى شكل آخر . وثمة ما هو أهم من تحولها ، وهو الطاقة الكامنة في ذرة الليثيوم التي انطلقت مع دقيقتي الفا (نواة ذرة الهليوم وهي دقيقة الفا) . والواقع ان طاقة انطلاق ذرتي الفا تعدل ١٦ مليون فولط ، مع ان الطاقة التي اطلقت بها البروتونات على ذرات الليثيوم لا تزيد على ٦٠٠ فولط . والسبب الذي يحول دون استعمال هذه الطريقة مبين في هذا الفصل

ما كُشِف الالكترون وقسيمةُ البروتون . ومع ذلك ما زلنا حيث كنّا ، لم يحدث انفجار مدمر ولا انطاقت قوى عظيمة نعجز عن السيطرة عليها . لقد ذاعت انباء هذا الاكتشاف كالنار في الهشيم ولكنها لم تسحب في اثرها ذيلاً من التخريب والتدمير كما تنبأ المتنبئون

والواقع ان تحطيم الذرة عملٌ علمي عظيم . فقد حقق هذان العالمان في معملهما ، بأدوات بسيطة، ما عجز عنهُ العلماء الالمان والاميركيون بقوى كهربائية عالية الضغط او مستمدة من شرر البرق . انهما استعملا طاقة كهربائية يسيرة الضغط مع ان الاميركيين والالمان كانوا قد ذهبوا الى ان قوة كهربائية لا يقل ضغطها عن عشرة ملايين ڤولط تعجز عن تحطيم الذرة

واذا قلنا ان عمل كوكروفت وولطن عمل علمي مجرد لم ينتقص قولنا من شأنهِ ، مع ان الذرة حطمت من قبل ولا ننسينَّ ان من بعض المباحث النظرية المجرَّدة نشأت طائفة من أعظم المستنبطات واكبرها فائدة . فلما بدأ لورد راليه Rayleigh مباحثهُ التي افضت الى كشف الغازات النادرة في الهواءِ ، كان يرمي من ورائها الى ضبط اخطاء طفيفة وجدها في نتائج تجاربهِ السابقة فدلَّ القياس على وجود مقادير يسيرة جدًّا من الغاز في الهواء ثم ثبت انها غازات الارغون والهليوم والنيون والكريبتون والكزينون ، والغازات الثلاثة الاولى كثيرة الاستعمال في الصناعة الآن . فالهليوم تملأُ بهِ البالونات لانهُ خفيف ولا يشتعل . والنيون يستعمل في صنع المصابيح التي تضيء بضوء احمر فتستعمل في الاعلانات المضيئة وغيرها . والارغون تملأُ بهِ المصابيح الكهربائية

وما تمَّ للغازات النادرة قد يتم للذرّة وقد حقق تحطيمها . فالعلماء يصورون لنا قدراً عظيماً من الطاقة كامناً فيها . والاستاذ اندريد العالم الطبيعي الكبير ، يقول ان الطاقة الذرية المنطلقة في اثناءِ صنع أوقية هليوم من غاز الايدروجين ، تجهزنا بقوة مليون حصان مدة سبع ساعات . ولكن القوة التي نحتاج اليها لكي نحطم ذرات الايدروجين توطئة لتحويلها اعظم من القوة التي تنطلق في التحويل . والى القارىء مثلاً آخر . . . . يوضع الماء في مرجل قاطرة فيحول بخاراً يدفع القاطرة . ولكن لا بدَّ من استعمال قدرٍ من الطاقة — حرارة الفحم — لتحويل الماءِ الى بخار . فالوقود الذي يدفع القاطرة ليس البخار بل الفحم . كذلك البحر مصدر طاقة عظيمة ولكن لا بدَّ من تحويلها الى بخار — او طاقة ميكانيكية — قبل استعمالها

وهـذا يصحُّ على الذرة . فالذين يتنبأون بأن طاقة عظيمة سوف تنطلق من الذرة اخطأوا في حسبانهم انهم يستطيعون اطلاق هذه القوة عفواً — اي من دون استعمال قوة اخرى لاطلاقها . قد نكشف في المستقبل ان الذرة مصدر قوة محركة — كقوة البخار . ولكننا نحتاج الآن الى استعمال مقدار من الطاقة في تحطيم الذرة اكبر من مقدار الطاقة المنطلقة منها بعد تحطيمها. ولنذكر بعض ارقام توضح ما تقدم وتؤيدهُ

تتحطم الذرة باطلاق دقائق سريعة عليها منبعثة من أنبوب شبيهٍ بأنبوب اشعة اكس او انبوب

الراديوم . ولكي تتحطم الذرة يجب ان تنطلق من الانبوب دقيقة تصيب نواة الذرة في الصميم ، اذ لا يكفي ان تمسحها مسحاً . ولكن نواة الذرة دقيقة جداً اذا قيست بحجم الذرة نفسها . والذرة صغيرة جداً لم يتمكن عالم من رؤيتها بأقوى المجاهر . فاحتمال انطلاق دقيقة صغيرة واصابتها نواة الذرة في الصميم احتمال بعيد جداً

والواقع ان ملايين من الدقائق تنطلق من الانبوب على ملايين من الذرات . ونواميس الارجحية تقتضي بأن تصيب بعض الدقائق بعض الذرات . وقد قدَّر اللورد رذرفورد — وتأيد تقديره بالصور — ان دقيقة من ٥٠٠٠٠٠ دقيقة تصيب نواة ذرة . وهذا يعني اننا اذا اخذنا ربع غرام من النتروجين واردنا ان نحطم ذراته بالطريقة المتقدمة وجب ان نستعمل أنبوباً يحتوي على غرام من الراديوم ، بتوجيه الراديوم الى النتروجين مدة سنة . ولا يخفى ان ثمن غرام راديوم الآن يبلغ نحو ٢٥ الف جنيه : واذاً فتحطيم الذرة باستعمال الراديوم كبير النفقة . فاذا استعملت الوسائل الكهربائية كانت النفقة اقل وانما احتاج الباحث الى قدر كبير من الطاقة ومع ذلك لا يفوز الاّ بتحطيم ذرة او بضع ذرات على الاكثر . وثمة فرق بين تحطيم بضع ذرات وتحطيم كمية كبيرة منها !

لتحطيم الذرة وجهان جديران بالعناية . الاول امكان اطلاق الطاقة الكامنة فيها . والثانية تحقيق ما تصوّره الكيماويون الاقدمون من تحويل العناصر ، كتحويل الرصاص الى ذهب مثلاً . وكان العلماء في مطلع العصر العلمي الحديث يسخرون من اقوال الكيماويين القدماء وما تخيلوه عن «حجر الفلاسفة» . ولكننا نعلم الآن ان ما حاولوا تحقيقه ليس مستحيلاً ، وان «حجر الفلاسفة» الذي يحوّل بلمسهِ السحري سخيف المعادن الى ذهب، قد يكوّن الكهربائية . بل يدعي بعضهم انهُ قد فاز بذلك ولكن المقادير التي تحولت اقل من ان ترى

فالمباحث التي بدأت من نحو ستٍ وثلاثين سنة ، لما كشف السر جوزف طمسن الالكترون وتبعهُ رذرفورد باكتشاف البروتون وشدِك باكتشاف النوترون واندرسن باكتشاف البوزيترون ، اسفرت عن ان المادة مبنية من دقائق صغيرة يظن انها شحنات كهربائية . فشحنة الالكترون شحنة كهربائية سالبة . وشحنة البروتون شحنة كهربائية موجبة وكذلك شحنة البوزيترون . اما النوترون فلا شحنة كهربائية له . لأن الكهربائية السالبة فيه تعدّل الكهربائية الموجبة . ولذلك دعي نوترونا اي « المحايد » .هذه الدقائق تجتمع ذرات والذرات هي لبنات هذا الكون العظيم . فاذا استطعنا ان نستفرد الدقائق التي تبنى منها المادة ، أفلا نستطيع ان نستعملها في بناء ما نريد منها ؟ هذا هو الحلم الذي قرب تحقيقهُ بتحطيم الذرّة . اي ان العلماء يبغون ان يجزئوا ذرات الرصاص مثلاً ليبنوا منها ذرات عنصر آخر . فكأنهم بعد تجزيئها ، يملكون احجاراً وطيناً فيستطيعون ان يبنوا بها قصراً او سجناً او زريبة كلاب

ولكن المسألة لا تبلغ هذا المبلغ من السهولة ، للاسباب التي بيّناها . والمحاولات القديمة

لم تصب كثيراً من النجاح . واذا كان احد العلماء قد حوّل ذرة الى اخرى في المعمل فالنجاح نجاح علمي مجرّد ، والمقدار الذي صنع من العنصر ضئيل جدًّا لا يمكن تبيُّنهُ الاّ بالمطياف (السكبترسكوب)

ولا ننسَ ان ذرات بعض العناصر تتحطم تحطماً مستمرًّا في حالتها الطبيعية . فاذا راقبت ميناء ساعتك المضيئة في غرفة مظلمة فأنت تشاهد ذرات تتحطم . فذرات العناصر المشعة في تحطم مستمر تنطلق منها دقائق وتتحول الى ذرات عناصر اخرى . اي انها تنحلّ . ومن نكد العلم انهُ لا يستطيع ان يغير هذا الانحلال اسراعاً ولا ابطاءً ، لا بالحرارة ولا بالبرد ولا بالضغط ولا بغيرها من الوسائل الطبيعية او الكيمائية على ما نعلم

فلما أكتشف الراديوم رأى العلماء رؤًى ، فتصوروا انفسهم وقد اخذوا بناصية الطاقة عن طريق تحطيم الذرات . ذلك أنهم وجدوا ان كتلة صغيرة من الراديوم ، تطلق في أثناء حياتها الطويلة طاقة تكفي لتسيير باخرة كبيرة بسرعة ٢٥ عقدة في الساعة . ولكنهم خذلوا لما وجدوا انهم لا يستطيعون ان يسرعوا انطلاق الطاقة من الراديوم . فما ينطلق من الكتلة الصغيرة في مليون سنة مثلاً لا يمكن ان يطلق في ساعة او يوم او شهر . ضعهُ في الهواء السائل او في اتون حامٍ ، فلا تتغير سرعة اطلاق طاقتهِ . ولو أنهم استطاعوا ان يفعلوا ما تصوروهُ لقلّت عنايتنا بالفحم والزيت ونفادها . ولكانت مقادير الراديوم القليلة في العالم كافية لتجهيز ما نحتاج اليهِ من القوة المحركة ولكن « لو » ... هذه وقفت في سبيلهم سدًّا منيعاً

على ان ثمة فرقاً كبيراً بين مراقبة الذرات تتحطم واعادة بنائها من تلقاء ذاتها ، وبين تحطيمها واعادة بنائها بحسب ما نريد ؟ يقول الاستاذ لو العالِم والمستنبط الانكليزي : —

ولا ريب في حلول يوم يتناول فيهِ العالِم الالكترونات والبروتونات ويلعب بها كما يتناول الطفل الحجارة . قد لا يحل ذلك اليوم قبل جيل او اجيال ولكن لا ريب في انهُ آتٍ . حينئذٍ يستطيع العالم ان يحذف من هنا بروتوناً او يلجم هناك نوترونا او يعيد هنالك ترتيب الالكترونات فيحصل على المادة التي يطلبها . وبعد ذلك لن يخامرنا خوف من نفاد اية مادة من مواد الصناعة لان في طاقة العالم حينئذ ان يحول الصخور الى ذهبٍ والتراب الى رصاص

ومن الخطإِ البالغ ان نحسب اننا نعرف كل ما تمكن معرفتهُ عن الذرة . فالعلم بحث حيٌّ ، ولا تقيمن الوزن لعالِم يدعي انهُ وقف على التعليل النهائي لاية ظاهرة من الظاهرات . وقد يسفر البحث عن ان كلاًّ من الدقائق التي تتركب منها الذرة — الالكترون والبروتون والنوترون والبوزيترون — بناء معقد . وليس الزمن الذي كان فيهِ العلماء يحسبون الذرة اصغر دقائق المادة التي لا تتجزأ ببعيد. فلو انيح لدلتن ان يقرأ الآن كتاباً حديثاً في علم الطبيعة لدهش . وقد يشفق علينا حفدتنا اذ يقرأون عن محاولتنا الضعيفة لتحطيم الذرة ومعارفنا الناقصة عن بنائها !

احاديث بين عالم وعامي

الذرة - الكونتم - السرعة

الذرّة

الزائر : اريد ان ارى ذرّة

العالِم : وهذا ما اتوق اليهِ أنا كذلك

الزائر : أليس في استطاعتك ان تريني ذرة ؟ لقد كنت احسب ان لدى علماءِ مصلحة المقاييس اكثر الآلات العلمية اتقاناً واحكاماً — من مكرسكوبات وغيرها

فهزّ العالم رأسهُ وقال . ومع ذلك ليس في امكان هذه الآلات ان ترينا الذرة . فلست اعرف عالماً تمكّن من مشاهدتها بعدُ . وليس ثمة عالم لهُ بارقة أملٍ في رؤيتها يوماً ما

فقال الزائر وفي كلامهِ اثر من مرارة الخيبة : أحقيقة ما تقول ؟

العالِم — نعم . ان حجم الذرات من العوامل التي تمنع رؤيتها . فالمكرسكوب القوي يريك جسماً لا يزيد قطرهُ على جزءٍ من مائة الف جزءٍ من البوصة . ومع ذلك تستطيع ان تحشد في جسم هذا حجمهُ مائة مليون ذرّة . أضف الى ذلك ان الجواهر متحركة حركة دائمة فاذا استطعنا مشاهدتها بالمكرسكوب لم نستطع تبينها ومعرفة بنائها لاهتزازها الدائم

الزائر : ولكن كيف عرفتم كلَّ ما عرفتموهُ من الحقائق المرتبطة بها ؟

العالِم : ان ما نعرفهُ نزر اذا قيس بما يقال اننا نعرفهُ . فقد قسنا احجامها قياساً غير مدقّق ونعرف معرفة تكاد تكون تامة كيف تفعل في احوال مختلفة . والتجارب الطبيعية والكيمائية لا تبيّن لنا الاّ افعال هذه الذرات في احوال مختلفة من تأثير الحرارة والرطوبة والبرد والمغناطيسية والكهربائية فيها وهلمَّ جرًّا . اما شكل الذرّة فلا نعلم شيئاً عنهُ

الزائر : ولكن اسمح لي بأن أوجّه اليك سؤالاً . ألا يقال ان الذرّة تشبه نظاماً شمسيا نواتهُ بمثابة الشمس ، وكهاربهُ بمثابة السيارات ؟

العالم : لقد كان هذا رأي بوهر العالم الدنماركي وكان رأيهُ مفيداً جدًّا

الزائر : اذن صارت ذرة بوهر في خبر كان ؟

العالم مبتسماً : لم تكن ذرة بوهر في وقت ما ذرة تفي بكل مطالب العلم الحديث والاستاذ بوهر

مستنبطها كان يعرف ذلك حق المعرفة ففي كثير من الاحوال كان يلزم ان نضرب ببعض النواميس الكهربائية عرض الحائط لنتمكن من تعليل بعض الظواهر الطبيعية بها . ومع ذلك قبلها العلماء قبولاً وقتيًّا وهم يعلمون نقائصها لانهم لم يجدوا حينئذٍ ما يفي بمطالب العلم مثلها ،

الزائر : هذا غريب . لم اكن اعلم ان في ذرة بوهر نقائص فقد كنت احسب مما اقرأهُ عنها في الصحف والمجلات انها تفي بجميع مطالب العلم وانها اكتشاف عظيم

العالِم : كان للذرة بوهر حسنات عديدة وبها فاق كل ما سبقهُ من الآراءِ التي من شأنها تصوير الذرة . وكانت هذه الحسنات مما يسهل بسطهُ في الصحف السيارة كمشابهتها للنظام الشمسي . ففعل الكتَّاب ذلك . ولكن نقائصها مرتبطة بادق مسائل العلم ويصعب بسطها ان لم يتعذَّر

الزائر : ولكن بناءَ ذرة بوهر على ما اعلم يشبه نظامنا الشمسي . وكأنَّ بناء الطبيعة كلها قائم على هذا النمط حتى يتعذر عليَّ ان اصدق انهُ ليس كذلك . ان الصورة جميلة تستهوي العقول واكاد اجزم بصحتها

العالم : باسماً بسمة يمازجها شيء من الاسف . لو كان في امكاننا ان نرى حقيقة بناءِ الذرة لما كنا نجد بناءً آخر في الطبيعة يفوقهُ جمالاً لانهُ يكون حينئذٍ الحقيقة مجردة

الزائر بعد صمت قصير : لقد قلتَ شيئاً لم افهمهُ حين الكلام على بوهر وذرتهِ ، قلت ان بوهر « مستنبط » هذه الذرة ، ألم تكن ذرة بوهر اكتشافاً؟

العالم : كلاَّ . ان حديث ذرة بوهر لا يختلف عن حديث الآراءِ المختلفة التي ابتدعها العلماء لتصوُّر الذرة . فالتجارب العلمية تدلنا على ما يجب ان تفعلهُ الذرة في احوال معينة . عندئذٍ يعمد العلماء الى خيالهم وتصوُّرهم فيستنبطون شكلاً ماديًّا يستطيع ان يفعل ما يجب ان تفعلهُ الذرة بحسب ما دلَّت عليهِ التجارب . وبعد استنباط هذا الشكل يستمر العلماء في تجاربهم . فيكشفون حقائق جديدة عن افعال الذرات . ثم يقابلون هذه الافعال بما تستطيعهُ الذرة المعروفة . فاذا كانت الذرة المعروفة قادرة ان تفعل هذه الافعال فبها والاَّ فيعمدون الى الخيال مرة اخرى يستنبطون شكلاً جديداً لها يستطيع ان يقوم بكل الافعال المعروفة عن الذرات . وهكذا نرى ان الآراء في شكل الذرة وبنائها تتغير بتقدم العلم وارتقاءِ البحث

الزائر : من استنبط الشكل الاول للذرة ؟

العالم : ظن القدماء ان المادة مكونة من ذرات دقيقة ولكنهم لم يجربوا التجارب التي تمكنهم من ضبط ظنونهم فكان لخيالهم النصيب الاوفر في هذه الآراءِ . والرأي الاول الذي ابتدع في العصر العلمي الحديث هو رأي نيوتن الذي وصف هذه الذرات في كتابهِ « البصريات » فقال انها متحركة صلدة قاسية لا تخترَق وانها صلدة الى درجة لا يستطاع عندها تحطيمها او تجزيئها « وان ليس ثمة قوًى تستطيع ان تجزّيءَ الوحدات التي خلقها الله اولاً »

فيظهر من ذلك ان نيوتن تصوَّر هذه الذرات صلدة قاسية وعلّل قساوة الاجسام وليونتها بترتيب هذه الذرات فيها وتفاعلها

وبعد ما انقضى على هذا القول ثلاثمائة سنة قلبهُ لورد كلفن رأساً على عقب اذ قال ان صلابة الاجسام سببها ذرَّات لينة سريعة الحركة

الزائر : نعم اذكر شيئاً من ذلك لما كنت اتلقى العلوم العالية . لقد شبَّه كلفن حينئذٍ الذرة بحلقة من دخان

العالِم : نعم . دعاها الذرة الزوبعية وجاء بادلة كثيرة لتأييد قوله منها ان الماء المنطلق بقوة من فم انبوب دقيق يستطيع ان يدير دولاباً لقوتهِ . اي ان الماء السائل يكتسب قوة الجوامد من حركتهِ السريعة . وان دولاباً من جلدٍ اذا كان ساكناً كان ناعماً متهدلاً ولكنهُ متى ادير بسرعة صار قاسياً جدًّا . وكان رأي كلفن ان الذرّة ليست الاَّ حلقة تدور دوراناً زوبعيًّا في الاثير وتحمل معها النور

الزائر : وماذا حدث لذرة لورد كلفن

العالِم : ما حدث لغيرها . فذرة كلفن كانت تملأُ فراغاً في علم الطبيعة منذ خمسين سنة لان العلماء تمكنوا من ان يفسروا بها اموراً كثيرة لم يتمكنوا من تفسيرها بسابقتها فقد كان الدوران الزوبعي من صفات هذه الذرة وعن هذا الدوران تنشأ اهتزازات الاثير التي دعيت بالامواج وبها علل تموج النور . ولكنها لدورانها الزوبعي لم يكن من صفاتها جذب الذرات الاخرى اليها وهذا قضى عليها لان المادة لا تتكون من ذرات لا تستطيع ان تجذب احداها الاخرى

الزائر : وماذا حلَّ محلها

العالِم : انقضت حقبة من الزمن من غير رأي خاص في ماهية الذرة . وفي اواخر القرن الماضي قام الاستاذ رولند احد اساتذة جامعة جونز هبكنز الاميركية وقال لا ادري ماهية بناء الذرة من ذرات الحديد ولكن يجب ان يكون بناؤها معقداً كبناء البيانو

الزائر : ولكن ذرة بوهر أبسط من ذرة رولند كثيراً

العالِم : يجب ان نذكر ان رولند لم يعش حتى يطلع على ارتقاء العلوم الطبيعية الذي تلا اكتشاف اشعة اكس والعناصر المشعة . ونتائج هذا الارتقاء اثبتت لنا امراً خطيراً اساسيًّا وهو ان بناء الذرة يجب ان يكون كهربائيًّا

الزائر : ما ابعد الشقة بين هذه الذرة وذرات نيوتن الصوانية !

العالِم : ولكن لما كنا لا نعلم حقيقة الكهربائية فبناء الذرة منها يكاد يكون فوق ادراكنا

الزائر : هذا بديع . وان سروري بمعرفة هذه الحقائق يضاهي سروري برؤية الذرة نفسها لو كان ذلك ممكناً . والآن فقط بدأت ادرك لماذا بنى بوهر ذرتهُ من الشحنات الكهربائية ـ الكهارب والبروتونات . ولكن هل تستطيع ذرة بوهر ان تجذب غيرها اليها

العالِم : ليست هذه الصفة من الصفات اللازمة لها

الزائر : (دهشاً) ليست من صفاتها اللازمة ! بعد ما تحطمت على صخرتها ذرة لورد كلفن . ماذا حدث في خلال ذلك مما جعل هذه الصفة التي كانت لازمة لذرة كلفن غير لازمة لذرة بوهر ؟

العالِم : اينشتين !

الزائر : وماذا قال اينشتين

العالم : قبل اينشتين كانت الجاذبية صفة من صفات المادة . فأبان اينشتين انها قد تكون من صفات المكان (الفضاء) اي ان جسماً من الاجسام ينجذب الى غيره لا لان هذا الغير فيه صفة تدعى صفة الجاذبية بل لان شكل الفضاء الذي يتحرك فيهِ الجسم المنجذب يحتم عليهِ الاقتراب من الجسم الثاني . ومن هذا القبيل ترى كل اشكال الذرات التي استنبطت سواء

الزائر : فلماذا لا نعود الى بعض الاشكال الماضية ونحاول تطبيقها على مقتضيات العلم

العالم : لان العلماء كشفوا حقائق كثيرة عن فعل الذرات لايسع الذرات القديمة تعليلها

الزائر : ذرة بوهر ايضاً لا تفي بذلك على ما قلت لي . فماذا حل محلها ؟

العالم : ذرة شرويدنغر الموجية

الزائر : لم اسمع بهذه الذرة الجديدة بعد

العالِم : كلاَّ لانها استنبطت من سبع سنوات فقط . وكثيرون من المشتغلين بهذه المباحث المنقطعين لها لا يزال تصورهم لحقيقتها مبهماً غاية الابهام

الزائر : وهل هي كهربائية في بنائها ؟

العالم : نعم لا ريب في ذلك اذ يظهر ان هذه الصفة اساسية في بناء كل ذرة على ما يؤخذ من اتجاه البحث العلمي . والفرق بين ذرة بوهر وذرة شرويدنغر هو فرق في توزيع القوة الكهربائية في داخل الذرة نفسها . ذلك ان ذرة بوهر كما تعلم مبنية من نواة مركزية كهربائيتها ايجابية تدعى بروتون ومن كهارب تدور حولها كهربائيتها سلبية . فالقوة الكهربائية في ذرة بوهر مركزة في نقط معينة هي البروتون والكهارب . اما ذرة شرويدنغر فالقوة الكهربائية فيها موزعة على السواء داخل كرة من الفضاء حجمها حجم الذرة . كذلك ترى ان الكهارب في ذرة بوهر دائمة الحركة سريعتها وأما الشحنات الكهربائية في ذرة شرويدنغر فساكنة لا تتحرك ولكنها قادرة ان تغير مقدار كهربائيتها في نقط معينة وأوقات معينة . وهذا التغيير في قوتها يحدث امواج النور في الفضاء المجاور للذرة

الزائر : من الصفات التي اتصفت بها ذرة بوهر مقدرتها على اطلاق احد كهاربها من حين الى آخر فكأنها حجر رحى يدور وينطلق منهُ في اثناء دورانهِ ذرات دقيقة في الفضاء

العالِم : وكل ذرة يجب ان تكون حائزة لهذه الصفة . لان التجارب العلمية تستلزمها وشرويدنغر

يتصور ذرتهُ كرة دقيقة نابضة بالقوة الكهربائية تنطلق منها مقادير دقيقة من الكهربائية كل مقدار منها بمثابة الكهرب . وقد يصطدم هذا المقدار من القوة الكهربائية بذرة اخرى فيتحد بها ويصير جزءًا منها فتكبر بهِ الذرة او تكثر قوتها

الزائر : يظهر ان تركيب هذه الذرة بسيط للغاية ، ترى ماذا يقول رولند لو عرف بهِ

العالم : نعم ان تصوُّرنا لبناءِ الذرة اخذ يزداد بساطة ولكن القواعد الرياضية التي نبني عليها هذا التصوُّر وهذه الحقائق البسيطة صعبة ومعقدة جدًّا . ولمعرفة تصرُّف ذرة من ذرات شرويدنغر في احوال معينة يلزم للباحث أن يكون متفوقاً في معرفة الرياضيات العالية

الزائر : وهل تفي ذرة شرويدنغر بكل مطالب العلم الحديث

العالم : انها تكفي لتعليل جميع الظواهر التي كانت ذرة بوهر كافية لتعليلها وفوق ذلك تعلل ظواهر اخرى لم يكن تعليلها قبلاً في حيز المستطاع . وتمتاز على ذرة بوهر في انها لا تقتضي الاغضاءَ عن بعض النواميس الكهربائية المعروفة

الزائر : (في شيءٍ من التهكم) . على اني اظن أنكم لا بدَّ ان تجدوا فيها نقصاً يوماً ما فتنبذوها

العالم : لاشك في ذلك ، فاننا لا نزال بعيدين عن مرتبة الكمال . وهذه الذرة ليست الاَّ طفلاً علميًّا . ومن يستطيع ان يتكهن بالنقائص التي تبدو فيهِ متى شبَّ . ومن يدري انهُ يستطيع ان يفي بتعليل كل الحقائق العلمية الجديدة . ولكن ليكن مصيره ما كان . فلا ريب في انهُ الآن خطوة الى الامام

الزائر : يا ليتنا نستطيع ان نرى الذرة رأي العين ! . . .

الكونتم

هل تذكر — قال الزائر — اذ اتيتك من نحو سنتين مستعيناً بك على فهم ما هي الذرَّة ؟

العالم : اذكر ذلك . واذكر ايضاً اني لم استطع ان افعل ما طلبتهُ مني

الزائر : لعلك نجحت اكثر مما تظنُّ . عندي مسألة اخرى اريد ان اوجهها اليك

العالم : حبذا الحال لو كانت اسهل من مسألتك السابقة

الزائر : انها لا تدور على اينشتين . وكل ما اريد ان اعلمهُ هو ما محور نظرية الكونتم (١) وما هو الكونتم على اي حال

العالم : يظهر انك لا تزال مغالياً في مطالبك . فما تعلم عن هذه النظرية ؟

الزائر : ما اعلمهُ نزر يسير وكل ما استطعت جمعهُ من اقوال الصحف ان للكونتم علاقة بالطاقة وانهُ شيء خطير كلَّ الخطورة

(١) نظرية الكونتم Quantum نظرية طبيعية جديدة في طبيعة الطاقة نوراً كانت او حرارة اوغيرها وطريقة انتقالها

العالم : ما زلت لا تعلم شيئاً خطأً فلنبدأ بالنظرية من مصادرها الاولى . ان هذه النظرية افضل مثلٍ على ان التاريخ يميل الى اعادة نفسهِ حتى في التفكير العلمي

الزائر : وكيف ذلك . أليس العلم مطبوعاً بطابع التقدم والنشوء

العالم : لا ريب في ذلك . ولكن بعض اجزائهِ يسبق الاجزاء الاخرى في الارتقاءِ . لانهُ يأخذ في الارتقاء قبلها . فنظرنا الى الطاقة تحول في العهد الحديث على نمط التحول الذي اصاب نظرنا الى المادة من مائة سنة الزائر : وكيف ذلك ؟

العالم : لقد اقام الانسان يدرس بناء المادة الوف السنين . فكان يظن اولاً انها متصلة البناء وهي لا ريب متصلة البناء اذا اخذنا بظاهرها . ولكن الرأي الاخير الذي وصل اليهِ البحث العلمي يذهب الى انها منفصلة البناء وانها مركبة من ذرّات دقيقة جدًّا بينها مسافات واسعة من الفراغ وقد نما هذا النظر الانفصالي نموًّا تدريجيًّا . الاّ اننا نستطيع ان نقول بأن النظرية الذرّية في بناءِ المادة قبلت عند جمهور العلماءِ على أثر مباحث دلتن الكيماوي الانكليزي في مفتتح القرن التاسع عشر

الزائر : صدقتَ فلقد سمعتهُ يدعى بابي النظرية الذرّية

العالم : ومع ذلك بقي علماء كبار من علماءِ القرن التاسع عشر متمسكين بنظرية الاتصال القديمة . وآخر الجاحدين لذرّات المادة العالِم النمسوي ارنست ماخ Mach [1] الذي مات في اثناءِ الحرب العالمية سنة ١٩١٦

الزائر : انك تدهشني بقولك هذا . ما كنت اعلم ان ظلّ الماضي يمتد هذا الامتداد الى العهد الحديث

العالِم : هي الحقيقة . فان هذا المقاوم للنظرية الذرية عاش حتى رأى النظرية التي كافحها مدى حياتهِ تتغلب على المادة اولاً ثم على الطاقة كذلك الزائر : فهل عندنا ذرات من الطاقة ؟

العالم : او شيء قريب من ذلك جدًّا . لاننا ندعوها كوَنْتات (المفرد كونتم والكونتا بالالف جمع لاتيني . وقد رأينا ان نترجمها في الكلام العلمي المبسَّط بمقدار للمفرد ومقادير للجمع وهو معنى اللفظ الافرنجي) . ونظرية الطاقة شيء جديد في الطبيعيات يعود الى منتصف القرن التاسع عشر . فلما نظر اليها (الى الطاقة) العلماء اولاً حسبوها شيئاً متصلاً كما حسبوا المادة اولاً

الزائر : هذا ما تعلمتهُ فتيارات النور والحرارة من الشمس اشياء متصلة

العالم : وكيف تعلم ان تيار النور من الشمس شيء متصل

الزائر : لأننا لا نرى فواصل مظلمة فيهِ ... ولكن ... لابدّ ان تقول بأن هذا قيل اولاً في المادة كذلك

العالِم : اصبت لان المسألة الواحدة تشبه الاخرى . ان لدى العلماء الآن ، اسباباً تثبت لهم وجود الذرّات مع ان واحداً من العلماءِ لم يرَ ذرّةً . ولاسباب تماثلها ثبوتاً وقوة اقتنع العلماء بأن

---

(١) ارنست ماخ عالم طبيعي وسيكولوجي نمساوي . ولد سنة ١٨٣٨ وكان استاذ للطبيعيات في غراتز (١٨٦٤ — ١٨٦٧) ثم في جامعة براغ سنة (١٨٦٧ — ١٨٩٥) ثم في جامعة فينا (١٨٩٥ — ١٩٠١)

الطاقة مؤلفة من وحدات دقيقة منفصلة احداها عن الاخرى . فالتاريخ يعيد نفسهُ في التفكير العلمي

الزائر : اذاً هذا هو المحور الذي تدور عليهِ نظرية الكونتم . ولكن كيف وقع هذا الانقلاب في نظرنا الى الطاقة

العالِم : كما حلت النظرية الذرية محل نظرية الاتصال في المادة. فان النظرية الجديدة لدى امتحانها ظهر انها تتسق مع الحقائق التي اثبتتها التجارب اكثر من النظرية القديمة

الزائر : هذا شيء يخلب اللب . فقل لي كيف حدث هذا الانقلاب

العالِم : بدأ الانقلاب من نحو ثلاثين سنة بعيد الكشف عن اشعة اكس . فقد ثبت عندئذٍ ان الهواء او اي غاز آخر اذا اخترقتهُ اشعة اكس اصبح موصلاً جيداً للكهربائية حتى اذا اتيت بالكترسكوب مشحون كهربائية ووضعتهُ قرب انبوب اشعة اكس اخذت ورقتاه الذهبيتان بالاقتراب احداها من الاخرى [1] ذلك لان الشحنة الكهربائية التي فيهِ اخترقت الهواء وهو (اي الهواء) على ما نعلم من افضل العازلات الكهربائية في حالتهِ الطبيعية . ولدى البحث وجد ان صفة الايصال الكهربائي في الهواء سببها ان اشعة اكس مزقت ذراتهِ كل ذرة الى جزئين احدهما موجب الكهربائية والآخر سالبها . مع ان الذرة قبل هذا التجزؤ لم تكن لا موجبة ولا سالبة . وهذا الفعل يعرف « بالتأيُّن » ionization اي التحول الى أيونات . والغريب في الامر ان ذرات قليلة جدًّا من ذرات الهواءِ تتأين على هذا النمط . وقد وجهت اشعة اكس توجيهاً منتظماً الى قدر معين من الهواء مراراً فلم يتأين من ذراتهِ الاَّ ذرة في مليون مليون

الزائر : كأن ثقوب الشبكة كانت كثيرة وكبيرة في آنٍ واحد

العالِم : هذا ما يقع حقيقة اذا حولنا مثلك الى كلام علمي . فان السر جوزف طمسن اضطرَّ ان يستنتج بأن مقدمة الموجة من اشعة اكس لم تكن متصلة بل مؤلفة من ذرات . كأن الطاقة فيها كانت مركزة في نقط معينة وما بينها مسافات القوة فيها لطيفة جدًّا. وتعليله حينئذ كان ان هذه النقط التي تتركز فيها الطاقة قادرة على تمزيق احدى ذرات الهواء الى أيونين احدهما موجب والآخر سالب . ولما وجد ان ذرات قليلة جدًّا من ذرات الهواء او الغاز تتأين من اصطدامها بهذه النقط استنتج ان مقدمة الموجة في شعاعة اكس مؤلفة من قليل من نقط الطاقة المركزة وكثير من المسافات بينها حيث الطاقة شديدة اللطافة

الزائر : وهذا استنتاج طبيعي . ولكن اين تقع على ذرات الطاقة . ففي ما وصفتهُ لي نقاط تتركز فيها الطاقة وبينها مسافات تلطف فيها الطاقة والكل على ما ارى نسيج متصل مع انهُ يختلف بين لطف الطاقة وتركزها

العالِم : اما مذهب الكونتم فيقول بأن كلَّ الطاقة كائنة في هذه النقاط المركزة وما بينها

(١) الالكترسكوب آلة دقيقة للكشف عن الكهربائية وأهم أجزائها ورقتان رقيقتان من الذهب

خلاء فراغ . والتمادي في القول الى هذا الحد لم يكن محتوماً من درس فعل اشعة اكس في ذرات الهواء اولاً . ومن مبادىء التفكير العلمي عدم الاقدام على فرض لا حاجة اليهِ لتفسير الحقائق وفهمها . وقد كنا بحاجة الى ادلة جديدة لكي نتخطى استنتاج السر جوزف طمسن الى نظرية الكونتم . وهذه الادلة اخرجها بلانك الالماني الذي اقترح نظرية الكونتم في شكلها الحديث سنة ١٩٠٠

الزائر : وهل كانت الادلة الجديدة مستمدة من اشعة اكس ؟

العالم : كلاً . بل كانت مستمدة من البحث في الضوء . ففي احد ميادين البحث الضوئي ثبت ان النظرية لاتتفق مع الحقائق التي تثبتها التجارب . فوفق بلانك بينهما بفرضهِ ان الطاقة ذات بناء ذري

الزائر : وهل كان الفرق بين الفرض الاول والحقائق التجريبية كبيراً يستدعي فرضاً جديداً

العالم : كل فرق من هذا القبيل يكون خطيراً اذا كنا متثبتين من حقيقتهِ ، كبيراً كان او صغيراً . ولكن احكم لنفسك . ماذا يحدث لقطعة من الحديد اذا احميتها ؟

الزائر : تحمرُّ العالم : وبعد ذلك الزائر : تصفرُّ فتبيضُّ

ولكن افرض اني قلت لك ان قطعة الحديد لدى احمائها لا تحمرُّ ولا تصفرُّ ولا تبيضُّ وان البحث النظري يقول بأنها يجب ان تزرقَّ من اول احمائها وتبقى زرقاء الى النهاية . فماذا تقول

الزائر : وهل كان الفرق عندكم بين النظرية والحقيقة التجريبية خطيراً الى هذا المدى ؟ وهل تمكنكم نظرية بلانك من تلافي هذا الفرق ؟

العالم : اتمَّ تلافٍ . فبموجب نظرية الكونتم نقول ان الطاقة مؤلفة من ذرات طاقة نسميها كونتات (مقادير) لجسم من الاجسام لا يستطيع ان يمتصَّ قدراً من الطاقة اقل من كونتم واحد . ولا يستطيع كذلك ان يشعَّ قدراً من الطاقة اقل من كونتم واحد . وكل امتصاص او اطلاق للطاقة يتم بكونتم كامل او عدد من الكونتات فحدق الزائر ببصره دهشاً

العالم : فهي شديدة الشبه بنظام النقد عندنا . ان اقل مبلغ نستطيع ان نسدده لاحد هو المليم وكل الاموال التي تقبض او تسدد انما هي مضاعفات هذه الوحدة النقدية . وافرض الآن ان دخلك قليل جدًّا لا يتجاوز مليماً في الساعة وان مدينيك يشدون الخناق عليك . فكل ما تستطيعهُ هو ان تدفع مليماً لواحد منهم من حين الى آخر . وهذا يقابل ما ذكرناه عن الحديد الى حدٍّ ما . فدخول الحرارة على الحديد في بدء حماوتهِ ليس سريعاً فالحديد حينئذٍ لا يستطيع ان يشعَّ الاَّ كونتات بطيئة كما تدفع انت نقوداً من فئات صغيرة . فاذا كان دخلك اسرع من مليم في الساعة فقد تستطيع ان تدفع مع الملاليم بضعة قروش تعريفة او قروش صاغ . هكذا كلما زادت حرارة الحديد اصبح قادراً ان يطلق مقادير سريعة مع المقادير البطيئة الزائر : هل هناك كونتم واحد اساسي ؟

العالم : كلاً . فالمسألة اكثر تعقيداً مما تتصور . فهي تشبه خليطاً من نقود بلدان مختلفة — مصرية وفرنسية وانكليزية وألمانية وغيرها . فالنقد الاصغر في كل منها يختلف عن الآخر ولا .

علاقة حسابية بسيطة بين الاثنين كأنْ يكون الواحد نصف الآخر او ضعفهُ . وهكذا عندنا كونتات من سرعات مختلفة والجسم الواحد قد يطلق عشرة من هذا الكونتم وعشرين من ذلك وخمسة عشر من آخر وهلم جرًّا

الزائر : ولماذا لا يطلق انصاف كونتات وارباعاً مثلاً

العالم : لا نعلم

وامتدَّ الحديث فقال العالم لزائرهِ ان الكونتم لايتجزأ فردَّ عليهِ هذا بقوله لقد كنتم تقولون من قبل ان الذرة لا تتجزأ وها هي قد تجزأت وأصبحت كهارب وبروتونات . فقال العالم : كلامك في محله ولكن الحقائق التي اسفرت عنها تجاربنا في الطاقة لا تستدعي تجزيء الكونتم الآن

ولكن الزائر اصرَّ على معرفة ما هو الكونتم فردَّ عليهِ العالم قائلاً انهُ لا يعلم ولا يظن ان احداً يعلم . فبعض العلماء يقول انهُ قطار من الامواج وبعضهم يشبههُ بسهم منطلق وآخرون يقولون انهُ قد يكون جسماً ذا ثلاثة ابعاد . اننا لا نعلم عن ماهية الكونتم اكثر مما نعلم عن ماهية الذرة . وانت تعلم ان آراءنا في بناء الذرة كالصور المتعاقبة على ستار السنما

الزائر : وما هو حجم هذا الكائن المتفلت كالزئبق . فأجاب العالم ان ذلك يتوقف على وجهة النظر . فكونتم النور يجب ان يكون صغيراً حتى يدخل العين لكي يمكننا من البصر . ولكننا اذا نظرنا اليهِ من الوجهة الفلكية قضي علينا ان نحسبهُ بحجم برميل متوسط

الزائر : وكيف نعلل هذا التناقض الغريب ؟

العالم : كثيراً ما نقع على امثال هذه المناقضات في الادوار الاولى من مذهب علمي جديد . وهو يدل على ان آراءنا لا تزال ناقصة ومبعثرة . وانهُ علينا ان نسعى لفهم المسألة فهماً اوسع . فنرى حينئذ ان هذه المناقضات انما هي احوال خاصة للحالة العامة

قصب السرعة

قال الزائر وهو داخل مكتب العالم : املي ان لا تكون زيارتي مضيعةً لوقتك

العالم : ليست زياراتك كثيرة لتضيع وقتي . اية خدمة استطيع ان اقوم بها اليوم

الزائر : تحدَّث اليَّ العالم : في اي موضوع

الزائر : كنت اطالع مؤخراً ما يكتب في الصحف عن الاستاذ ميكلصن وقياسهِ لسرعة النور فحملني ذلك على التفكير في هذا الموضوع . تصوَّر شيئاً يمرُّ بك بسرعة تمكنهُ من الدوران حول الأرض سبع مرات في ثانية واحدة من الزمان ! ومع ذلك هذا رجل يقيس سرعتهُ في انطلاقهِ

العالم : ولكن يجب ان تذكر انهُ قاس سرعتهُ على مسافة بضعة اميالٍ

الزائر : بضعة اميال ! لو كنتُ اقوم بالعمل لشعرت باني احتاج الى مسافة الوف الوفٍ من الأميال

العالم : الواقع ان اول محاولة ناجحة لقياس سرعة النور تمّت على مسافة الوف الوفٍ من الاميال. فالفلكي رويمر قاس سرعة النور في القرن التاسع عشر برصده لكسوف اقمار المشتري . ولذلك حديث لا يخلو من الطلاوة . فسرعة النور وحدة طبيعية لا تتغير . فلما استعملت الوسائل الفلكية في القرن السابع عشر لقياس هذه الوحدة الطبيعية ضحك علماء الفلك من علماء الطبيعة . ولكن علماء الطبيعة ثأروا لانفسهم في القرن التاسع عشر لما كشفوا عن وسيلة تمكنهم من قياس سرعة النور على الارض على مسافة بضعة اميالٍ وكان قياسهم هذا اضبط وأدق . فعاد الفلكيون وضبطوا قياسهم لبعد الشمس عن الارض بانين ضبطهم على تدقيق علماء الطبيعة في قياس سرعة النور

فضحك الزائر وقال . وهل في الطبيعة شيءٌ آخر يسير بسرعة النور

العالم : لا شيء نستطيع قياسهُ يسير بسرعة النور . فسرعة النور تفوق سرعة الصوت الف الف ضعفٍ وسرعة الارض في دورانها حول الشمس عشرة آلاف ضعفٍ

الزائر : وماذا تقول في سرعة الجاذبية ؟

العالم : لم نتمكن حتى الآن من استنباط وسيلة لقياس سرعة الجاذبية لاننا لا ندري في اية جهة تسير . فالظاهر انها تسير في جهتين مختلفتين . فالارض تجذب الشمس اليها بقدر ما تجذب الشمس الارض . والآن جاء اينشتين ونفى وجود قوة جاذبة بين الارض والشمس . فاذا صحَّ قولهُ فليس لدينا سرعة تقاس

فقال الزائر ضاحكاً : هذا الكلام عويص لا استطيع ادراكهُ . لنعُـدْ الى شيءٍ سهل الادراك . ماذا تقول في سرعة الأجرام السموية أليست سرعة بعضها اعظم من الارض

العالم : بلى وخصوصاً سرعة السدم . ولكن اسرع السدم سيراً لا تزيد سرعتها عن ١٣ الف ميل في الثانية وهو نحو جزءٍ من ١٤ جزءًا من سرعة النور

فقال الزائر وعلى وجههِ دلائل الخيبة : فسرعتها اذا قيست بسرعة النور بطيئة

العالم : يجب ان نذكر اننا حين نوازن بين سرعة النور وسرعة الاجرام السموية فنحن نتكلم عن شيئين مختلفين كل الاختلاف . فالنجوم والسدم اجسام مادية بعضها كثيف وبعضها غاية في اللطافة ولكنها مادة على كل حال . واما النور فطاقة . وقد يكون اسراع سلسلةٍ من الامواج اسهل من اسراع ذرةٍ مادية

الزائر : ولكن ألا يحسب العلماء الآن الطاقة والمادة شيئاً واحداً

العالم : انهم يحسبونها حالتين مختلفتين لشيءٍ واحد . كالجليد والماءِ والبخار هي حالات مختلفة للماءِ . وكالغرافيت والماس . وما يصح على الماءِ والغرافيت من هذا القبيل يصح على القوة والمادة . ففي الحقيقة هما شيءٌ واحد . المادة تتحول طاقة والطاقة مادة . ولكن صفاتهما وخواصهما مختلفة . فنحن نستطيع ان نطلق الذرات المادية فنسيّرها بسرعات مختلفة وذلك طبقاً للقوة التي تدفعها

ولكن سرعة النور في الفضاء الطلق واحدة لا تتغير

الزائر : لنفرض ان مصدر النور شديد اللمعان افلا يقابل ذلك قوة الدفع في المصدر الذي يطلق الذرة

العالم : كلاّ ان سرعة النور مستقلة عن لمعان مصدره

الزائر : ولكن افرض ان رجلاً أثار نوراً وهو في قطار سريع . افلا تضاف سرعة القطار الى سرعة النور في اتجاه امامي وتطرح منها في اتجاه خلفي ؟ فذلك ما يحدث اذا اطلقت رصاصة من بندقية في قطار سائر سيراً سريعاً

العالم : وهذا حادث يختلف مايجري فيه لمادة عما يجري للطاقة فسرعة النور مستقلة عن سرعة مصدره

الزائر : ما اقصى سرعة تستطيع ان تسير بها الذرات المادية . هل السديم الذي ذكرتهُ حائز لقصب السرعة بين الاجسام المادية ؟

العالم : هو اسرع الاجرام السموية المعروفة . ولكننا نستطيع ان نفوقهُ في المعمل الطبيعي

الزائر : لا بدَّ ان يكون ذلك عملاً صعباً

العالم : ليس ذلك صعباً الآن . فكل من يستعمل آلة لاسلكية يقوم بهذه العملية من غير ان يدري

الزائر : كأنك تعني ان في الآلة اللاسلكية اشياء سرعتها اكثر من سرعة بعض السدُم

العالم : هو تيار الكهارب في الانبوب المفرغ

الزائر : والحق يقال هذه غريبة مختبئة وراء حقائق مشهورة . فقد كنت اعلم او كنت اظن اني اعلم — كل ما يتعلق بفعل الانابيب اللاسلكية . اعلم ان الكهارب ذرات كهربائية متناهية في الصغر مشحونة بالكهربائية السلبية وان الشريط في الانبوب يطلقها متى حمي وان هذه الذرات تتجهُ الى القطب الايجابي في الانبوب لان الكهربائية الايجابية تجذب الكهربائية السلبية

العالم : هذا صحيح ولكن المهم هو وضع هذه الحقائق على اساسٍ كمي دقيق . فهذه الذرات دقيقة وخفيفة ويسهل زيادة سرعتها زيادة كبيرة . وبفعل الدفع الذي تولده البطرية الكهربائية في قطبها السلبي والجذب في قطبها الايجابي تنطلق هذه الذرات بسرعة عظيمة

الزائر : فهمت الآن . ولكني كنت احسب ان ذرة منطلقة بهذه السرعة هي في الواقع مقذوفة شديدة الخطر . والظاهر ان صغرها يمنع خطرها

العالم : الصواب ما تقول ولكن اذا انطلقت هذه الذرات في الفضاء كانت شديدة الخطر كما يدل احتراق العلماء بالراديوم . وسبب هذا الاحتراق الذرات المنطلقة من هذا العنصر العجيب

الزائر : ما هي اقصى سرعة تستطيع ان تبلغها هذه الذرات . هل نستطيع ان نسيرها يوماً ما بسرعة النور

العالم : كلاّ فقد صنعت انابيب تستطيع ان تتحمل ضغطاً كهربائيًّا عظيماً فبلغت فيها سرعة الكهارب تسعة اعشار سرعة النور

الزائر : وهل شوهدت هذه الذرات منطلقة بهذه السرعة او هل عرفت سرعتها بالحساب

العالم : الواقع اننا لا نستطيع ان نصنع انبوباً كهذا طولهُ ميل مثلاً فالانبوب منها لا يزيد على بضع بوصات ولكن لدى العلماءِ وسيلة لقياس سرعة الكهارب فيها بتعريض الذرات في اثناءِ سيرها لضغط مغنطيسي او جذب كهربائي فتنحرف في سيرها . ويقاس هذا الانحراف فتعرف منهُ السرعة

الزائر : قلت ان سرعة بعض هذه الذرات بلغت تسعة اعشار سرعة النور ؟ اي متى نستطيع ان نلحق بالنور

العالم : لن نستطيع ذلك

الزائر : اتقول هذا وانت عالمٌ !

العالم : المصاعب كبيرة وجمّة

الزائر : عليَّ ان اشجعك . تأمل العلم في مختلف ميادين البحث . افرض انهُ يلزم لنا لتحقيق هذا الغرض بناءُ انبوب مفرغ يتحمل ضغط بضعة ملايين من الفولطات . ألا يوجد في هذه البلاد رجال مستعدون ان يدفعوا نفقاتهِ ليفوزوا بقصب السرعة في الكون

فابتسم العالم وهزَّ رأسهُ وقال . هذا امر لا يباع بمال . ان الطبيعة تحتفظ بقصب السرعة . فكلما اقتربت سرعة الكهارب من سرعة النور زادت القوة التي يجب انفاقها في دفعها زيادة كبيرة جدًّا . والنظريات العلمية تثبت ان القوة اللازمة لدفع كهرب بسرعة النور قوة « غير محدودة »

الزائر : ولكن ماذا في الانبوب يقاوم سير الكهارب ؟ الم تقل انهُ مفرغ ؟

العالم : هو مفرغ الى اقصى حدٍّ نستطيعهُ . ويقترب في فراغهِ من الفضاءِ المفرغ

الزائر : اذا كان عندنا انبوب مفرغ وكانت قوة الدفع والجذب فيهِ كبيرة فما يقاوم سير الذرات فيهِ

فابتسم العالم وقال : اذا كان الانبوب مفرغاً فكيف نجد فيهِ دفعاً وجذباً

فضحك الزائر وقال : لقد سددت عليَّ مسالكي . اني فهمت ما تريد ان تبين لي ولكن لا اصدق انك تستطيع ان تجيب عن هذا السؤال . ولعلَّ الانبوب بعد كل التفريغ ليس فارغاً

العالم : هذا اعتراض لا نستطيع ان نحلّهُ . فقد يكون الفضاءِ فارغاً ولكنهُ يظل قادراً ان يفعل فعلاً لا يمكن ان ينجم عن لا شيء . فاطلق علماءُ الطبيعة القدماءُ اسم « الاثير » على هذا الشيء ولكن اينشتين يدعوه « الفضاء المنحني » . اختلفت الاسماء ولكن الفعل واحد

الزائر : لا بدَّ ان هنالك سرًّا . فسرعة النور واحدة لا تتغير وهي مستقلة عن لمعان المصدر وسرعته . واذا حاولنا ان نطلق الكهارب بسرعة النور قام في الفضاءِ شيءٌ يمنعنا

العالم : لا بدَّ ان لسرعة النور معنىً . لا بدَّ ان تكون متصلة اتصالاً دقيقاً ببناءِ الاشياء النهائي فما هو هذا الاتصال ؟ لا نعلم

بناءُ الذرّة ومعقلها

ما هي العناصر التي تدخل في بناء الذرة (Atom) ؟ وكيف تنتظم في هذا البناء ؟ وما هي القوى التي تربط بينها ؟ وما هو مقدار الطاقة في الذرة وأين موقعهُ منها ؟ انها اسئلة خطيرة في نظر من يهمهُ النفوذ الى اسرار الكون المادي . وعلماء الطبيعة في انكلترا والمانيا وفرنسا وأميركا وغيرها ، مكبُّون على البحث يحاولون الاجابة عنها

الذرة في نظرهم كالمعقل المنيع ، وهم جنود الجيش المهاجم وقواده ، يبغون ان يفتحوه عنوةً . حملوا على القلاع الخارجية (الالكترونات) فخطموها وثبتوا اقدامهم في ميدانها . وها هم اليوم يجمعون مدافعهم الضخمة ، وقذائفهم الفتاكة للحملة على قلب الحصن (النواة) حيث تستقر الكنوز التي يبحثون عنها . لقد اطلقوا قذائفهم فأحدثوا ثغرات في الجدار . ولكنهم لا ينون عن الاستنجاد بمدافع جديدة ووسائل مبتكرة للحرب . وليس في إمكان احد ان يعين اليوم الذي يظفر فيهِ الجيش ، ويدخل الحصن عنوةً . ولكن سواء اطالت الحرب عشر سنوات او مائة سنة فلا بدَّ ان يمضي الجيش في حصاره حتى يحرز النصر . فالعلم لا يحسب حساباً للنفقة ، ولا يحجم عن بذل اي ثمن في سبيل الفوز

من نحو ٢٥٠٠ سنة عرض طاليس ، اول عالم حقيقي انجبتهُ بلاد اليونان ، لحل اللغز الذي يدور حول بناء الكون المادي ، وقد مضى عليهِ مائة جيل الآن ، واللغز لا يزال لغزاً

ظنَّ ديموقريطس وأتباعهُ انهم وجدوا الحل المطلوب . قالوا ان كل شيء في الكون المادي مبنيٌّ من جواهر فردة . فقالوا : « حقًّا هناك جواهر فردة وفراغ » فالجبال والبحار والاشجار والناس . بل والحياة نفسها ، مبنيةٌ ، في رأيهم من جواهر وفراغ . ولكن سقراط وأفلاطون تجهّما لهم ولم يسلما بجواهرهم . فقالوا ان التسليم بها يجرد الانسان من «شخصيتهِ» ويدكُّ الاسس التي يقوم عليها ادب النفس . هناك في اثينا قامت المعركة الاولى بين العلم والدين . فانتصر ابيقوروس ولقريطوس للجوهريين . ولكن افلاطون باء بالنصر . فأسدل ستار النسيان على القول بالجواهر الفردة حتى عهد الاحياء . ومع ان نظرياتنا الذرية الحديثة قائمة على اركان ارسخ من الاركان التي قام عليها مذهب ديموقريطس ومريدوه ، فلا ريب في ان اصول نظرياتنا ترتدُّ اليهِ ، محمولة على اجنحة الرواية والتدوين خلال العصور

﴿ الغرفة الغائمة ﴾ اذا ذهبت في نزهة خلوية وأقمت في مضرب على سفح جبل او سلسلة من الجبال استرعت نظرك ظاهرة طبيعية عجيبة . ذلك ان الهواء الدافئ على السهول يبرد اذ يرتفع، فيشبع بالرطوبة فيتقلص البخار على دقائق الهباء المنثور في الهواء فتتكوّن الغيوم

والراجح ان الاستاذ ولسن (C. T. R.) الانكليزي كان يشاهد مثل هذه الظاهرة في بلاده اسكتلندا، اذ خطر له استنباط وسيلة علمية قائمة على مبدإ تكوّن الغيم ليستعملها في مباحث الطبيعة الجديدة. فأخذ اسطوانة من الزجاج ليستطيع ان يرى ما يجري داخلها . ووضع فيها هواء ثم ضغطهُ وتركه مضغوطاً حتى تشبع بالرطوبة من ماء مجاور ثم رفع الضغط فتمدد الهواء فبرد في اثناء تمدده . فتكوّنت غيمة في داخل الاسطوانة

ذلك انهُ في اثناء تكوّن الغيمة في الطبيعة لا بدّ للبخار المائي في الهواء من ان يتقلص على دقائق الغبار او الهباء في الهواء . فاذا سقط المطر، سقطت قطيرات الماء مع الدقائق التي تكوّنت عليها، ورأيت الهواء بعد المطر صافياً كل الصفاء . ولكن متى سقطت دقائق الغبار فعلى ماذا يتقلص البخار ؟ اننا نجد في الهواء دائماً قطعاً من ذرات وجزيئات تعرف بالايونات تحدثها اشعة منطلقة من مواد مشعة او من مصادر اخرى . كذلك اختار المستر ولسن ان يضع في اسطوانتهِ دقيقة من الراديوم في احد طرفي الاسطوانة ليرى اي نوع من الغيوم يتكوّن فيها . فوجد خطوطاً بيضاً تشعُّ من المكان الذي فيهِ دقيقة الراديوم . ذلك ان الاشعة المنطلقة من الراديوم تمزق ذرات العناصر الهوائية فتترك في مسارها ايونات يتقلص عليها البخار الذي في الهواء . فكل خط ابيض شاعٍ من دقيقة الراديوم هو في الواقع غيمة

واذاً فلا مشاحة في ان ذريرات ما تنطلق من دقيقة الراديوم فتمزق ذرات العناصر الهوائية، فما هي هذه الذريرات ؟

اذا صورنا ما هو حادث داخل الانبوب استطعنا ان نتبينهُ. فالصورة (رقم ١ في اللوحة الاولى) تمثل جدران الاسطوانة (الخطين المنحنيين) ودقيقة الراديوم تشع منها الخطوط البيض، وهذه الخطوط كما ذكرنا هي غيوم وفي الواقع سلسلة من قطرات الماء المتقلص على الايونات التي تركتها مقذوفات الراديوم في طريقها

فما هي هذه المقذوفات المنطلقة من دقيقة الراديوم ؟ لندعها دقائق الفا حتى لا يكون الاسم دليلاً على اية صفة من صفاتها لاننا لا نعلم عن صفاتها شيئاً ما . فاذا نظرت اليها ايها القارئ في الصورة (رقم ٢ في اللوحة الاولى) وجدت الخطوط البيض نفسها وهي اجلى لنا منها في الصورة السابقة . وكل منها يمثل مسار دقيقة من دقائق الفا . وقد كان اللورد رذرفورد (السر ارنست رذرفورد سابقاً) اول من جمع كمية من هذه الدقائق لكي يدرس خواصها . فأخذ « النيتون » وهو غاز مشع اقوى فعلاً من الراديوم نحو مائة الف مرة . وحفظ مقداراً من هذا الغاز في انبوب

زجاجي ، رقيق الجدران ، بحيث تخترقها دقائق الفا . وبعد بضعة ايام ، اخذ الغاز المتجمع خارج الانبوب ، في انبوب آخر يحيط بهِ ، فلما امرّ فيهِ شرارة كهربائية رأى بآلة الحل الطيفي (السبكترسكوب) طيفاً كالطيف الخاص بغاز الهليوم

***

﴿ الهليوم ودقائق الفا ﴾ اذاً هذه الدقائق — دقائق الفا — المنطلقة من الراديوم او النيتون هي ذرات عنصر الهليوم

وقارىء هذا الكتاب يذكر غاز الهليوم وكيف كشف في الشمس قبل كشفهِ على الارض : لاحظهُ اولاً السر نورمن لكيَر في طيف الشمس ، وظل مجهولاً على الارض الى ان دقق راليه ورمزي الانكليزيان في دراسة كثافة النتروجين الهوائي فوجداها تختلف عن كثافة النتروجين المحضر في في المعمل . فبحثا عن سبب الفرق وقادها بحثهما الى العثور على خمسة غازات في الهواء كانت مجهولة من قبل ، احدها غاز الهليوم . هذه الغازات هي غازات الارغون الذي تملأ بهِ المصابيح الكهربائية ليزيد تألقها . وغاز النيون المستعمل في اعداد الاعلانات الكهربائية الحمراء . وغاز الهليوم الذي تملأ بهِ اكياس البلونات لخفتهِ وعدم قابليتهِ للالتهاب . وغازان آخران هما الكربتون والكزينون ولهما شأن كبير في التجارب العلمية

وفي امكان الباحث ان يحصي عدد هذه الدقائق . فقد تحصى الخطوط البيض لان كل خط انما هو مسار دقيقة منها . وقد تحصى بطريقة كهربائية دقيقة اذ تحمَل كل دقيقة على تدوين اثرها على فلم متحرك . والصورة الثالثة في اللوحة الاولى تبين ذلك . فكل تعريج في الخطين المصورين هناك يمثل اثر دقيقة واحدة من دقائق الفا

ولنفترض الآن اننا احصينا جميع دقائق الفا التي اخترقت جدار الانبوب المحتوي على غاز النيتون الذي استعمله رذرفورد . فما هو عددها ؟ اننا اذا اخذنا انبوباً زجاجيًّا بحجم الحمصة وملأناهُ هليوماً (الهليوم ودقائق الفا سواء او هما شيءٌ واحد) كان عدد الذرّات في الأنبوب ٦٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ ١٢٠٠٠ ذرة

ولكي ندرك معنى هذا الرقم الضخم دعنا نرسم لك صورة اخرى . لفظ يوليوس قيصر نفسه الاخير منذ نحو الفي سنة . فذرات الهواء وجزيئاتهُ التي زفرها يوليوس قيصر في اخرى زفراتهِ تبددت في الجوّ وانتشرت مع الرياح والاعاصير والزوابع في اربعة اقطار المعمور . والامر الذي نرتاب فيهِ ان منها دقائق في هذه الغرفة التي نكتب فيها هذا المقال . ولكن علماء الاحتمال الرياضي يقولون ، اننا اذ نستنشق الهواء نستنشق ما لا يقل عن ست دقائق منها كلما تنفسنا

ويروى عن لورد كلفن ، العالم الطبيعي المشهور ، انهُ بعد ما القى خطبة في الذرات والجزيئات وقف احد تلاميذه وقال « ما رأيك يا استاذ في بناء الذرّة » فقال كلفن متهكماً . « بناء الذرّة ؟

ألاَ تعلم ان اللفظ نفسهُ اي « Atom » من أصل يوناني معناه «لا ينقسم» فكيف يكون لها بناء»
فيردُّ العالم العصري متهكماً على كلفن « : هذا الضلال نتيجة معرفة كلفن للغة اليونانية »
فهل للذرة أقسامٌ ؟

***

﴿ الالكترون ﴾ انظر الى الصورة الرابعة من اللوحة الاولى ، ترى في اسفلها مساراً متمعجاً ضئيلاً من النور فيبدو لك ان سبب هـذا الخط قد يكون دقيقةً أصغر من الدقيقة التي احدثت الخط المستعرض في أعلى الصورة . فاذا كنا قد دعونا الدقيقة الثانية دقيقةالفا—كما فعلنا— فلندع الاولى دقيقة بيتا ، ولنحاول ان نعرف ما هي

في الصورة الخامسة من اللوحة الاولى يرى القارىء طائفة كبيرة من دقائق بيتا انطلقت من جزيئات الهواء بوقوع الاشعة السينية عليها

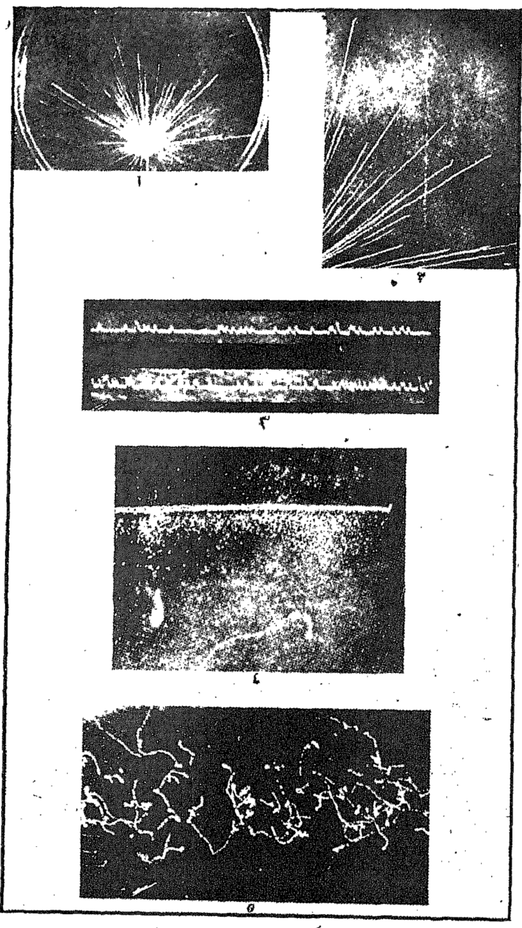
اننا نعلم ان كل عنصر لهُ ذرّات خاصة بهِ . فذرات الحديد تختلف عن ذرات الاكسجين وذرات هذين العنصرين تختلف عن ذرات الكربون او الايدروجين او الزرنيخ او الذهب . ولكن دقائق بيتا التي ترى صورها (في ص ٥ لوحة ١) متماثلة سواءٌ اكانت منطلقة من ذرات الاكسجين او من ذرات الحديد او من ذرات الزئبق ولو ان الاشعة السينية وجهت الى بيض مقلوٍ او ساعة من البلانين لاطارت من ذراتها دقائق بيتا وكانت الدقائق في الحالين متماثلة . واذاً فدقائق بيتا تدخل في بناء كل اصناف المادة . وهي اقرب الى سرّ البناء المادي من الذرّات

ولكن ما هي دقائق بيتا هـذه ؟ انها تحمل شحنة كهربائية . انظر الصورة الاولى في اللوحة الثانية ترَ مساراتها مستديرة ولولبية . وذلك بفعل مغناطيس قرّب من الآلة التي ولدت فيها . ولو لم تكن حاملة لشحنة كهربائية لما فعل المغناطيس بها هذا الفعل

وقد قضى الاستاذ ملكن بضع سنوات يحاول ان يقيس الشحنة الكهربائية التي تحملها كل دقيقة من هذه الدقائق (راجع وصف التجربة في مقتطف يناير سنة ١٩٣٢ الصفحة ٦) فوجد ان شحنات كل الدقائق متساوية . وان الشحنة على الدقيقة الواحدة تعدل الشحنة التي يحملها أيون الايدروجين اذ ينحلُّ الماء الى ايدروجين واكسجين بامرار تيار كهربائي فيهِ . ولما كانت دقيقة بيتا تحمل هذه الشحنة الكهربائية التي لا تتجزأ على ما نعلم دعيت الكتروناً ، فاشتهرت بهِ ، وقد ترجمهُ الدكتور صرُّوف « كهرباً » ونحن الآن نستعمل اللفظين متبادلين

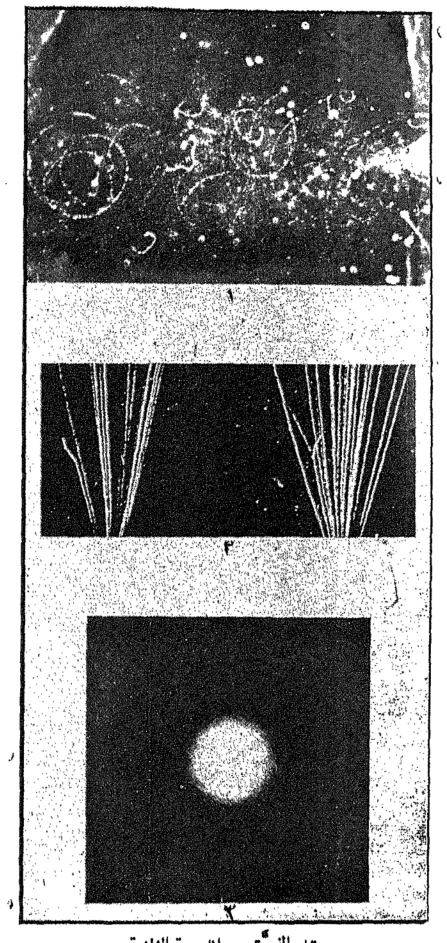
وقد وزن الالكترون فوجد أن وزنهُ صغيرٌ جدًّا . فاذا قيس بوزن ذرة الايدروجين وهي أخف الذرات المادية المعروفة ، كانت نسبة الواحد الى الآخر كنسبة ١ : ١٨٤٥ واذاً فالحزر الذي حزرناه بأن دقيقة بيتا هي اصغر من دقيقة الفا ، مطابق للواقع

والحقيقة ان الالكترون هو احد الاجزاء التي تدخل في بناء الذرة . بل ان العلماء يستطيعون



بناء الذرّة ومعقلها — اللوحة الاولى

امام الصفحة ١٤٠



معقل الذرّة — اللوحة الثانية

ان يحصوا عدد الالكترونات التي تحيط بقلب كل ذرّة ، فذرة الايدروجين لها الكترون واحد وذرة « الهليوم » لهـا الكترونان والليثيوم ثلاثة الكترونات والاكسجين ثمانية والحديد ستة وعشرون والاورانيوم أثقل العناصر وزناً اثنان وتسعون الكتروناً

***

﴿ النواة والبروتون ﴾ ولكن قصة الالكترون ليست الاّ نصف قصة الذرة . فالالكترونات انما هي دقائق الكهربائية السالبة . على ان كهربائية الذرة متعادلة ، فلا هي سالبة ولا هي موجبة بل السالب فيها يعدّل الموجب . واذاً فيجب ان يكون فيها دقائق كهربائية موجبة تعدّل دقائق الكهربائية السالبة — اي الالكترونات . وقد اثبت رذرفورد واستن Aston في جامعة كمبردج ، ودمستر في جامعة شيكاغو وغيرهم، ان الكهربائية الموجبة مركّزة في نواة صغيرة جدًّا في قلب الذرة. وان النواة مع صغر جرمها فيها كل وزن الذرة تقريباً . ثم ان تجارب استُنْ ودمستر اثبتت ان وزن النواة ، في ذرات عناصر مختلفة ، كعناصر الاكسجين والنتروجين والصوديوم وغيرها ، انما هي اضعاف كاملة من وزن نواة الايدروجين . وهذا حملهم على الاعتقاد بأن الشحنة الكهربائية التي على نواة كل ذرة انما هي مضاعف تام للشحنة التي تحملها نواة ذرة الايدروجين

وقد حاول الباحثون محاولات مختلفة لصنع عنصر ما من عنصر آخر ، اي لتحويل العناصر بعضها لبعض . والواقع ان هذه المشكلة هي مشكلة الكيماويين الاقدمين الذين حاولوا صنع الذهب من الرصاص ؟ . وكان اول من نجح في هذا التحويل الحديث رذرفورد ولكنهُ لم يصنع الذهب من الرصاص وانما استخرج الايدروجين من النتروجين ومن الالومنيوم ومن غيرها من العناصر

وقد استعملت دقائق الفا في اطلاقها على نوى الذرات من العناصر المختلفة ، فكان يخرج منها دقائق تماثل الالكترونات في تشابهها . وكانت كلها مثل نواة ذرة الايدروجين . فعرف انها من اللبنات الاساسية في بناء المادة. ودعيت بالبروتونات . فمن الالكترونات والبروتونات تبنى العناصر الاثنان والتسعون

***

﴿ بناء الذرة ﴾ كان بطليموس يعلم ان في السماء شمساً وقمراً وارضاً وسيارات . ولكنهُ لم يكن يعرف ما هو النظام الشمسي فلما اثبت كوبرنيكوس وغاليليو ان هناك شمساً تدور حولها السيارات في افلاك محدودة ، احسّ الناس بأنهم اصبحوا يعرفون شيئاً عن عالمهم . ونحن كذلك ، قد كشفنا الالكترونات والبروتونات التي منها تبنى الذرات . ولكننا لا نعلم بحقيقة الذرة الاّ اذا عرفنا كيف تنتظم الالكترونات والبرونات في بناء الذرات . ولعلّ افعل الوسائل للالمام بأمر هي مشاهدته . فاذا كان كساعة اليد ، كانت المشاهدة ميسورة . واما اذا كان كخلايا النسيج العضلي وجب ان ننظر اليهِ بالمكرسكوب . ولكن من الاجسام ما لا يرى بالمكرسكوب . فتستعمل طريقة التصوير بالاشعة التي فوق البنفسجي ، وهي أقصر امواجاً من اشعة الضوء . كذلك تظهر الجراثيم

المعروفة بباشلس الحمى التيفودية . ولكن الذرات اصغر من كل هؤلاء . فلا المكرسكوب يظهرها ولا التصوير بالاشعة التي فوق البنفسجي

بيد ان الاشعة السينية (اكس) قصيرة الامواج جدًّا . فموجتها اقصر نحو عشرة آلاف مرة من موجة الضوء . فاذا استعملت في مكرسكوب أمكن ان نرى الذرات بها [1] ولكننا لا نستطيع ان نصنع عدسات تكسر اشعة اكس لقصرها ، ولا عيوننا حساسة بها . حتى اذا انعكست عن جسم دقيق لم نستطع ان نراه بها . وعلى ذلك يبدو لنا كأننا لن نتمكن من رؤية الذرات على الاطلاق . ولكن العلماء كشفوا عن طرق تمكنهم من الحصول على الحقائق التي يبغونها — كأنهم شاهدوا الذرات مشاهدة العين

قال الاستاذ كطن انهُ كان يقضي عطلة الصيف في شمال ولاية مشيغن ، فلاحظ في ذات ليلة هالة شعثاء حول القمر . وبعد نصف ساعة لاحظ ان الهالة قد صغرت . وبعيد نصف ساعة اخرى سقط المطر . وتعليل ذلك ان اشعة القمر تكسرت على قطيرات الماء التي في الفضاء، وكانت قد بدأت تتحول الى غيمة . فقطر الهالة يتوقف على اقطار القطيرات . فاذا كانت القطيرات صغيرة كانت الهالة كبيرة . واذا كانت القطيرات كبيرة كانت الهالة صغيرة . فلذلك لما بدأت الهالة تصغر ، عرف الاستاذ كطن ان القطيرات آخذة في الكبر ، وان المطر لا بدّ ساقط بعد قليل . وقد ايد الواقع ظنهُ

فطريقة العلماء في درس الذرات شبيهة بالطريقة المستعملة لمعرفة حجوم قطيرات الماء في غيمة من الغيوم . فبدل القمر يستعمل انبوب الاشعة السينية . وبدل قطيرات الماء في الغيمة تستعمل ذرات عناصر الهواء او ذرات الهليوم . لان النسبة بين موجة الاشعة السينية وحجم ذرة الهليوم، كالنسبة بين موجة الضوء وحجم القطيرات في الغيمة . فاذا وقعت الاشعة السينية على ذرة الهليوم فرّقتها فتتكوّن هالة حولها كما تفعل قطيرة الماء بأشعة القمر . فالهالة حول ذرة الهليوم تماثل الهالة حول القمر . فاذا قسنا قطر الهالة ، امكن ان يستنتج قطر ذرات الهليوم

في الصورة الثالثة من اللوحة الثانية صورة تمثل شكل الذرة كما ترى اذا شوهدت بمكرسكوب تستعمل فيه الاشعة السينية . والصورة مبنية على المعلومات التي جمعها العلماء من درس الذرة والهالة. وهي لاشك مكبرة كثيراً — نحو الف مليون مرة. وعلى هذا القياس تصبح حبة الحمص ككرة الارض

ففي قلب هذه الكرة الشعثاء نواة الذرة ، المحتوية على البروتونات . والجوّ الاشعث حولها سببهُ الكترونات . وذرة الهليوم لها الكترونان . فيقول القارىء عجباً ، كيف يمكن ان يولّد الكترونان دقيقان جدًّا هذا الجوّ الاشعث حول هذه الكرة . والواقع انك اذا اخذت مشعالاً بيدك وادرتهُ رأى الواقف امامك هالة تامة من النور . والالكترونات تدور حول النواة دوراناً

(٢) لرؤية جسم ما يجب ان تنعكس عن سطحه امواج الضوء . فاذا كان اصغر منها لم تنعكس عنه ولم تمكن رؤيته ولذلك كلما صغر الجسم المراد رؤيته استعملت امواج قصيرة

سريعاً فنحن لانستطيع ان نرى الالكترونات بحدّ ذاتها ، او نعيّن مواقعها ، حتى ولو تمكنا من مشاهدة الذرة . وقد ذهب العلماء نحو ٥٧ مذهباً في شكل الذرة وطريقة بنائها . فلورد كلفن حسبها شبيهة بحلقة من الدخان . والسر جوزف طمسن بكرة من الهلام . وشبّهها رذرفورد بالنظام الشمسي وحدّد بور وسمرفلد بالحساب الرياضي افلاك الالكترونات حول النواة. واعترض لوس ولنغميور الاميركيان على ذلك فقالا ان الذرة بناء مكعّب . وقال لند Lande بل انها جسم له اربعة سطوح مثلثة Tetrahedron وقال شرويدنغر انها جوّ اشعث من الكهربائية حول نواة مركزية وقال هيزنبرج بل جوّها الكترونات تسير آناً هنا وآناً هناك من دون ضابط

كل نظرية من هذه النظريات لقيت من التأييد بقدر ما عللتهُ من خواص الذرّات الطبيعية والكيمائية والطيفية . وكل نظرية لاحقة كانت تفوق النظرية السابقة ، لانها كانت تعلل كل ما تعللهُ سابقتها وعلاوة على ذلك تعلل ظواهر جديدة لم تعللها النظرية السابقة . وقد نكون شديدي التفاؤل اذا قلنا ان احدث هذه النظريات — نظرية هيزنبرج — هي النظرية النهائية ولكنها على كل حال تجمع ما نراه بعيون الاشعة السينية كما بسطناه

فهل يعني ما تقدم اننا حللنا مشكلة بناء الذرّة ؟ كلاَّ . اننا لا نعلم الاَّ شيئاً عامّاً عن الجوّ الكهربائي الذي يحيط بنواتها . اما النواة فما هو بناؤها ؟

وقد يقول القارىء ولماذا تقيمون وزناً كبيراً للنواة الصغيرة ؟ والجواب على ذلك ان دقائق الفا تنطلق من نواة ذرّة الراديوم . فهل خطر لك ان طاقة هذه الدقائق عظيمة جدًّا ؟ ان طاقتها تفوق مليون مرة الطاقة التي تنطلق من انفجار جزيء من المادة المفرقعة المعروفة بـ T. N. T. ونحن لا نحس بهذه الطاقة العظيمة ، لان الدقائق تنطلق من النواة ، واحدة بعد اخرى ، بل ان حرارة النجوم والطاقة العظيمة التي تطلقها ، يسندها العلماء الى هذه الطاقة المخزونة في نوى الذرات

فهل يستطيع الانسان ان يطلق الطاقة من مخازن النوى ؟ ليس الحكم الآن بالامر الميسور وانما نعلم ان هناك طاقة عظيمة وان الادلة تشير الى انطلاقها في الشمس والنجوم ، في أحوال خاصة من الحرارة والضغط . قد لا نستطيع تحقيقها على سطح الارض . وعلى كل حال ان العبء الواقع على كواهل علماء الطبيعة هو ان يكشفوا لنا هل في الامكان استعمال هذه الطاقة ، وكيف يمكن ذلك . فاذا شاء علماء الطبيعة ان يعرفوا الاحوال التي يمكن فيها ، اطلاق الطاقة من نوى الذرات وجب ان يزدادوا علماً ببناء النوى نفسها لان الطاقة مخزونة فيها

لقد اسفرت المعارك الاولى حول معقل الذرة عن تحطيم الحصون الخارجية . فالعلماء يعرفون الآن على وجهٍ من الدقة ما تهمهم معرفتهُ من الجوّ الالكترونيّ الذي يحيط بالذرة ، وبنائهِ وخواصهِ . وقد تمكنوا من معرفة شيءٍ يسير جدًّا عن النواة . ولكن حصنها ما يزال منيعاً واخذه عنوةً هو غرض الحملة التي ينظمها علماء الطبيعة في انحاء العالم

لبنات الكون

الالكترون والبروتون والنوترون والبوزيترون ·

من الاقوال المعزوة الى السر جيمز جينز العالم البريطاني الكبير ان الرياضي فقط ، يستطيع الاجابة عن مسائل تتعلق ببناء الكون المادي . وانهُ اذا اجاب فلا يفهمهُ الا رياضي مثله . وقد يكون هذا القول صحيحاً . ولكن الطبيعة الانسانية لا تحتاج الى تثبت من الرياضة العالية لكي تستثيرها انباء المكتشفات الحديثة في عالم الذر . خذ مثلاً على ذلك رجلاً يدعى ديراك . فهو استاذ من اساتيذ جامعة كمبردج . عمد في سنة ١٩٣١ الى المرقم والورق والمعادلات الرياضية العالية ، فأنبأ بوجود دقيقة غير معروفة من الدقائق التي تتركب منها الاجسام . وفي سنة ١٩٣٢ كان الاستاذ كارل اندرسن الاستاذ بمعهد كاليفورنيا التكنولوجي يراقب صوراً لاصطدام الاشعة الكونية بذرات الهواء وجزيئاتهِ ، فرأى شيئاً يتصرف تصرف الدقيقة التي انبأ بها ديراك . هذا هو البوزيترون ندُّ الالكترون الحقيقي وصنوهُ وأحدث اللبنات في البناء الكوني . بل قبيل اكتشاف البوزيترون اكتشافاً تجريبيًّا كان الاستاذ شدك — من جامعة كمبرج كذلك — قد اكتشف النوترون . فأضيف هذان الاكتشافان اذ كانت الآراء متعددة متباينة في تعليل الاشعة الكونية وأصلها ، والكون الآخذ في الاتساع وطبائعهِ ، فقال الفلكي الاميركي الاستاذ شابلي « الفروض العلمية اكثر مما نحتاج اليهِ » وشبَّهِ ولز العلم الحديث بجدّ غنيّ جاء الى ملعب أحفاده بطائفة كبيرة من اللعب فأصبح الاطفال وهم لا يدرون ما يفعلون بها جميعاً

ولكن هل هذه الفروض العلمية الكثيرة ألاعيب حقيقةً نتسلى بها ثم ننبذها ؟ ألا نستطيع ان نتذكر عبرة التاريخ في هذا الصدد ؟ الم ينبيء كلارك مكسول بمعادلاتهِ الرياضية من ستين سنة بوجود الاشعة اللاسلكية ؟ فهل يصحُّ — ونحن نعلم من عجائب الراديو ما نعلم — ان نقول ان ذلك الاكتشاف الرياضي كان ألهية او ألعوبة علمية فقط ؟

***

كانت الذرة في نظر العلماء ، حتى اكتشاف ظاهرة الاشعاع في اواخر القرن التاسع عشر ، دقيقة لا تتجزأ . فلما تبين ان الراديوم وغيره من العناصر المشعة ، تتفجر ، وتنطلق منها مقذوفات متباينة ، كان حتماً على الباحثين ان يسألوا انفسهم : وكيف يمكن ان تكون الذرة ، تلك الكرة الصغيرة الصلبة التي لا تتجزأ ؟

وما لبث الباحثون ، حتى اثبتوا ان الاجسام التي تنقذف من عنصر الراديوم على ثلاثة اصناف

(١) دقائق لها وزن نسبيٌّ كبير وتحمل شحنة كهربائية موجبة دعيت « دقائق الفا »

(٢) دقائق خفيفة (اخفُّ من دقائق الفا نحو الفي مرة) وتحمل شحنة كهربائية سالبة . دعيت «دقائق بيتا » وهي الالكترونات

(٣) اشعة شديدة النفوذ دعيت « اشعة غمّا » ثم ثبت انها من قبيل الضوء قصير الامواج اي من قبيل أشعة اكس

وخطر لاحد اساتذة الطبيعة في جامعة « مجيل » الكندية — الاستاذ ارنست رذرفورد وهو لورد رذرفورد الآن — ان يستعمل هذه المقذوفات الراديومية كالقنابل فيطلقها على الذرة ، لعلَّهُ يستطيع ان يحطمها ، فتبيحهُ اسرارها . ووالى تجاربهُ حين عاد الى انكلترا ، الى الجامعة التي تخرَّج منها — جامعة كمبردج — فأثبت بالتجربة والبرهان العملي ان الذرة ليست كما ظن من قبل كرة صلبة لا تتجزأ [1] ، بل هي كما تقتضي ظاهرة الاشعاع ، مؤلفة من اجزاء . وكان في خلال تجاربهِ يطلق دقائق الفا على ذرات الذهب ، فتتخلل الدقائق الذرات ، وانما كان يتفق احياناً ان ترتدّ احدى الدقائق التي اطلقها ، كأنها صدمت في الذرة كتلة راسيةً ، فارتدت عنها بعد اصطدامها بها

فجعل رذرفورد همّهُ ان يبلغ تلك الكتلة . ومضى يطلق القنابل على المعقل ، ويحسب حساباً لعدد القذائق التي ترتدُّ ، وقوة ارتدادها ، ومن هذا كلهِ رسم رسماً عجباً ، هو التصميم الاول لبناء الذرة . فجعل في وسط الذرة كتلة صغيرة دعاها النواة ، وأقام على ابعاد متباينة منها — تزيد الوف المرات على قطر النواة — الالكترونات وهي اجسام صغيرة جدًّا تحمل شحنات كهربائية مضادة ومعادلة لشحنة النواة . وهذه الالكترونات في رسمهِ كانت تدور حول النواة دوراناً طبيعيًّا كدوران السيارات حول الشمس

وكذلك تلمس رذرفورد قلب الذرة في الظلام

ولكن هل النواة ، دقيقة فردة ، او مجموعة مندمجة من الدقائق ؟ هذا سؤال تصدى له مارزدن Marsden احد اعوان رذرفورد باطلاق دقائق الفا على ذرة الايدروجين . ودقيقة الفا هذه تفوق ذرة الايدروجين اربعة اضعاف وزناً . فلما اطلقت دقائق الفا على ذرات الايدروجين بسرعة ١٢ الف ميل في الثانية مزقت الالكترون الذي حولها ، فانطلقت نواة الذرة بسرعة ١٩ الف ميل في الثانية . ولكن مارزدن عجز عن الحصول على جزء من نواة الايدروجين ، وفي جميع التجارب التي جربها ، كانت نواة الايدروجين تتصرف كأنها دقيقة لا تتجزأ

وتلاهُ رذرفورد فوجَّه دقائق الفا الى ذرات النتروجين . ووزن النتروجين كما لا يخفى يفوق

---

(١) السر جوزف طمسن هو اول من كشف الالكترون في اواخر القرن الماضي عند بحثه في مرور الكهربائية في الغازات

وزن الايدروجين نحو ١٤ ضعفاً. وكانت الدقائق التي اطلقها رذرفورد كذلك قلما تصيب هدفها، بل ان معدل اصابتها كانت بنسبة واحد الى مائة الف . ولكن كلما اصابت احدى دقائقه هدفهُ — اي نواة ذرة النتروجين — كان ينطلق منها نواة ايدروجين . ثم وجه قنابله الى ذرات الصوديوم ، فخرج من ذرات الصوديوم نوى ايدروجين كذلك . ثم وجهها الى ذرات الالومنيوم والفصفور ، فكان في جميع هذه الحالات ، يحصل على نوى الايدروجين

فهل الايدروجين هو المادة التي تبنى منها نوى الذرات ؟ قبل ذلك بقرن من الزمان كان الدكتور پروت Prout احد اطباء ادنبره قد اقترح رأياً مؤداهُ ان جميع العناصر الكيمائية مبنية من الايدروجين . وكان هذا الرأي وليد الخيال في الغالب . ذلك ان پروت نظر في الاوزان الذرية في بعض العناصر فوجدها ارقاماً صحيحة ، فقال والخيال رائده ، ان الكون اذا كان منسجماً ، وجب ان تكون فيهِ العناصر مركبة من اخف العناصر الذي وزن ذرته واحد اي الايدروجين . واذن فقد يكون الايدروجين ، هو الهيولى التي قال بها القدماء . ولكن علماء الكيمياء في ذلك العصر اعرضوا عن رأي پروت وأهملوهُ . على ان التاريخ كثيراً ما ينقض اقوال الثقات وينزلهم عن عروشهم . وكذلك ما انقضى قرن من الزمان على پروت ومعارضي رأيهِ ، حتى تبين لرذرفورد ان نواة الايدروجين تنطلق من كل ذرة يطلق عليها دقائق الفا ، واذن فهي لبنة من لبنات الكون الاساسية فأطلق عليها اسم پروتون او « الاويّل » (ترجمة الدكتور صرّوف)

وكتلة البروتون تفوق كتلة الالكترون ١٨٥٠ ضعفاً . فكأن كتلة الذرة كلها في پروتونها خذ پروتوناً واحداً والكتروناً واحداً يدور حواليهِ ، فأنت أمام ذرة من الايدروجين . وهي أبسط الذرات بناءً . وتليها ذرة الهليوم . ووزنها يفوق وزن ذرة الايدروجين اربعة اضعاف . واذاً فذرة الهليوم يجب ان تحتوي على اربعة پروتونات . وانما البحث أثبت ان لهذه الذرة الكترونين فقط يدوران حول نواتها . فكيف تستطيع كهربائية الكترونين ان تعدّل كهربائية اربعة پروتونات لان المفروض ان الشحنة الكهربائية الموجبة على البروتون تعادل الشحنة الكهربائية السالبة على الالكترون . وفي سبيل التغلب على هذه العقبة وتخطيها فرض بناة الذرات ان في نواة ذرة الهليوم الكترونين محبوسين يعدلان پروتونين من البروتونات الاربعة في النواة . وكذلك يعدل الالكترونان الدائران حول النواة البروتونين الباقيين

ثم بسط العلماء صورة بناء الذرة من عنصر الهليوم وأطلقوها على ذرّات سائر العناصر ، لانهم وجدوا ان في كل ذرة منها ، يزيد عدد البروتونات على عدد الالكترونات الدائرة حولها

وكذلك ترى ان نواة الذرة منطقة محشوكة بالبروتونات والالكترونات . ونوى الذرات على ذلك تحتوي على جميع البروتونات في الكون المادي ومعظم الالكترونات وجلّ ما لهُ وزن ، حتى ليكاد الكاتب إن يُغرى بأن يقول « ان الذرة انما هي النواة »

﴿ معقل الذرّة وفتحه ﴾ من النواميس الكهربائية ان الدقائق التي تحمل نوعاً واحدة من الشحنة الكهربائية تتنافر . وقد حسب الاستاذ صدي الانكليزي قوة هذا التنافر . وضرب المثل الآتي عليها لتقريبها الى الافهام قال اذا اخذنا غراماً من البروتونات ووضعناه عند القطب الشمالي ، واخذنا غراماً آخر ووضعناه عند القطب الجنوبي . فالتنافر بين الغرامين ، يقلّ طبعاً ، كمربع المسافة بينهما ، ومع ذلك تبقى قوة هذا التنافر تعدل ٢٦ طنّـا . والغريب في كل هذا ان البروتونات التي تتنافر هذا التنافر العظيم ، محشوكة معاً في النواة حتى ليصعب تفريقها ، لعظم الطاقة التي تربطها

والعلماء لا يستطيعون ان يحلوا هذا السرّ ، الاّ اذا مزّقوا النواة واستباحوا اسرارها

فالذرّة في نظر العلماءِ كالمعقل قلب حصنهِ النواة ، والكهارب بمثابة القلاع الخارجية التي تحيط بهِ . وقد حملوا على القلاع فحطّموها وعرفوا على وجهٍ من الدقة جلّ ما تهمهم معرفتهُ عن الجوّ الالكتروني الذي يحيط بالنواة وبنائهِ وخواصهِ . ولكن النواة تنطوي على اسرار يريدون استباحتها فهم لذلك يعدّون المدافع الضخمة والقنابل المدمّرة لتحطيم هذا الحصن . اذا كان تحطيمها في متناول الانسان

والقذائف التي يستعملها العلماءُ لدكّ حصون النواة نوعان . فثمّة اولاً دقائق الفا التي تنطلق من تلقاءِ ذاتها من ذرّة الراديوم ، وهي من أسرع المقذوفات التي يستطيع العالم الطبيعي استعمالها ومن اعظمها طاقة ، لذلك قيل انهُ اذا اطلق تيّار من دقائق الفا على مادة من المواد ، فيحتمل ان تصيب دقيقة منها نواة ذرة من الذرّات او تصير على قرب عظيم منها ؛ وفي الحالين لا بدَّ ان تؤثر في القوى التي تربط بين اجزاءِ النواة ، فتفقد النواة استقرارها وتنقسم الى دقيقتين

ومن قبيل دقائق الفا دقائق اكتشفت من عهد قريب تعرف باسم « النوترونات » . ذلك ان عنصر البريليوم اذا قذف بدقائق الفا ، لم تنطلق منهُ بروتونات كما يحدث في النتروجين وغيره . بل ينطلق منهُ اشعاع قوي النفوذ . فأثبت الدكتور شدك الانكليزي ان هذا الاشعاع انما هو تيّار من دقائق لم تعهد من قبل دعاها نوترونات : وهي تماثل البروتونات في ان وزن النوترون كوزن البروتون اي واحد (١) ولكن النوترون متعادل الكهربائية حالة ان البروتون موجبها . وهذه النوترونات قذائف عجيبة يمكن استعمالها باطلاقها على نوى ذرات اخرى وهي لتعادل كهربائيتها تخترق ذرات المادة من دون ان تفقد شيئاً كثيراً من طاقتها ، ولا تنمّ على نفسها الاّ اذا اصطدمت بنواة ذرة من الذرّات

هذا عن النوع الاول من القذائف وهي القذائف التي تنطلق من تلقاء ذاتها من انحلال العناصر المشعة او ما هو من قبيلها ولكن العلماء ادركوا ان توسيع نطاق معرفتهم يقتضي انواعاً جديدة من القذائف لتحطيم نواة الذرة واستباحة اسرارها . وكان معروفاً ان اطلاق تيار كهربائي في غاز لطيف يخرج منهُ مقذوفات منوّعة من ذرات وجزيئات مكهربة (ايونات) سريعة الانطلاق . فاذا زادت سرعة

هذه الذرّات المنطلقة بامرارها في فراغ معرّض لفعل الجذب المغناطيسي ، فقد تصبح سرعتها كافية لاطلاقها على نوى الذرّات بغية تحطيمها

فاذا اطلق مثلاً تيّار كهربائيٌّ في غاز الايدروجين في احوال معيّنة انقذف وابل من القنابل الصغيرة لاينقذف مثله من مائة الف غرام من الراديوم في الوقت نفسه . ثم ظُنَّ انهُ اذا استعملت تيارات كهربائية عالية الضغط — من رتبة مليون ڤولط — تمكن العلماء من الحصول على مقذوفات سريعة يستطيعون استعمالها كما استعملوا دقائق الفا من قبل

ومعلوم ان للايدروجين نظيراً وزن ذرته ضعف وزن الايدروجين العادي وهو ما يعرف بالدوتيريوم في اميركا وبالدبلوجين في انكلترا. وقد عمد الاستاذ لورنس الاميركي الى اطلاق نوى الايدروجين الثقيل وهي تعرف باسم « دوتونات » ثم زاد سرعة انطلاقها بطريقة خاصة استنبطها ، فوجدها افعل في تحطيم الذرّات من البروتونات العادية

والآلات التي بنيت لقذف هذه القنابل آية من آيات الصناعة الكهربائية الحديثة . فآلة الاستاذ لورنس الاميركي تشتمل مثلاً على مغناطيس وزنهُ ٨٥ طنًّا من شأنهِ ان يزيد سرعة البروتونات المنطلقة من الغاز حتى تبلغ طاقتها نحو خمسة ملايين فولط . واما الآلة التي بنيت في معهد ماسنشوستس الصناعي باشراف الاستاذ فان ده جراف فتطلق مقذوفات بسرعة ٢٦ الف ميل في الثانية

***

﴿ النظائر وسر النواة ﴾ كان العلماء يعتقدون ان ذرّات كل عنصر تشتمل على عدد ثابت من البروتونات والالكترونات فذرّة الاكسجين مثلاً تشتمل على ١٦ بروتوناً و١٦ الكتروناً . ومن قبل كان الكيماويون قد عينوا وزن الاكسجين الذرّي فجعلوه ١٦ وقاسوا عليهِ الاوزان الذرية لسائر العناصر . فلما اكتشف طمسن طريقتهُ المغناطيسية العجيبة[1] لمعرفة اوزان العناصر ثبت ان معظم ذرات الاكسجين وزنها ١٦ ولكن بعضها وزنهُ ١٧ او ١٨ ومتوسط نسبة هذه الذرات التي وزنها ١٧ او ١٨ الى الذرات التي وزنها ١٦ كنسبة ١ الى ٥٠٠ ثم ظهر ان عنصر الرصاص لهُ ثمانية اصناف من الذرّات مختلفة الوزن . واما عنصر الزئبق فلهُ تسعة اصناف وكذلك عنصر القصدير لهُ احد عشر صنفاً

هذه الاصناف من العنصر الواحد تعرف باسم « النظائر » isotopes اطلقهُ عليها الاستاذ صدي الانكليزي . وقد ثبت حتى الآن ان ٧٢ عنصراً من العناصر الكيمائية ، لكل منها نظيران او اكثر

(١) تشتمل هذه الطريقة على قطبي مغنطيس احدها ازاء الآخر. ثم يطلق في الفسحه بين القطبين وابل من الذرات التي اينت ionized اي فقدت جزءاً منها حتى اصبحت لها شحنة كهربائية . فيجذب المغناطيس هذه الايونات ومقدار الجذب يختلف باختلاف كتلة الايونات

بل قد ظهر ان للعناصر التي تناولها البحث نحو ٢٧٠ نظيراً ، وهذا يعني ان نواة كل نظير تختلف وزناً عن نواة النظير الآخر ، لان كتلة الذرة في نواتها

وفهم النظائر أمر لا ندحة عنهُ لفهم الجملة التي يوجهها العلماء الى نواة الذرة . فاولاً لانها قد تمكنهم من ان يلمحوا شيئاً من بنائها . وثانياً لانها تبين لهم عظم القوى التي تربط بين اجزائها. ذلك ان وزن النواة اقل من مجموع اوزان اجزائها . خذ مثلاً دقيقة الفا . فهي في الواقع نواة ذرة الهليوم . ووزنها ٤٫٠٠٢ ولكن دقيقة الفا مكونة من اربعة بروتونات والكترونين ومجموع اوزان هذه الاجزاء ٤٫٠٣٢ فنواة الهليوم تزن ٠٫٠٣٠ اقل من وزن اجزائها . هذا الفرق في الوزن يمثل المادة التي تحوّلت الى طاقة عند تكوين دقيقة الفا من اربعة بروتونات والكترونين . والطاقة التي تنشأ عن تحوُّل هذا القدر من المادة الى طاقة تعدل ٢٧مليون الكترون فولط[1] .ولذلك يجد العلماء نواة الهليوم — او دقيقة الفا — من أعسر الدقائق على التحطيم لان هذا القدر العظيم من الطاقة انفق في بنائها. ثم ان نواة الاكسجين تنقص (١٢٣٨ر) عن مجموع اوزان اجزائها : وهذا يعني ان هذا القدر من المادة قد تحوّل الى ١١٥مليون الكترون فولط وهي الطاقة التي تربط بين اجزاءِ نواة الاكسجين

فلما اكتشفت نظائر الاكسجين اخذ بعض العلماءِ المدققين يحسبون . قالوا ان وزن نواة الايدروجين يعدل $\frac{1}{16}$ من نواة الاكسجين بعد حساب ما يتحوَّل من المادة الى طاقة كما تقدم . وعلى هذا يفهم كون وزن الاكسجين الذرّي ١٦ وان ذرَّتهُ تحتوي على ١٦ بروتوناً وانَّ نواة الايدروجين مؤلفة من بروتون واحد . ولكن ما القول في ذرّات نظيري الاكسجين اللذين يزنان ١٧ و١٨ . ان ١٦ بروتوناً لا يمكن بحالٍ من الاحوال ان تكون نواةً وزنها ١٧ او ١٨ فكيف يعلل ذلك ؟ هل يمكن ان يكون عنصر الايدروجين عنصراً غير نقيٍّ ، وهل لهُ نظيرٌ يماثلهُ ، في خواصهِ الكيمائية والطبيعية ويختلف عنهُ وزناً ؟

***

﴿ الايدروجين الثقيل ﴾ هذا الاعتبار النظري الصرف حمل طائفة من علماء اميركا على البحث . فأتى الاستاذ اليسن (معهد الاباما التكنولوجي) بأدلة على وجود نوع من الايدروجين تختلف ذرّاتهُ عن ذرّات الايدروجين العادي . وعمد الاستاذ يوري (جامعة كولومبيا) والاستاذ بركويد (مكتب المقاييس بوشنطن) الى تقطير الايدروجين السائل على بردٍ قريبٍ من درجة الصفر المطلق فاستفردا ذرات ايدروجين وزن كل ذرة منها ضعف وزن ذرة الايدروجين العادي . فأطلق على هذا النوع من الايدروجين اسم «دوتيريوم» ودعي في انكلترا « دبلوجين » . واطلق على نواته اسم «دوتون» في اميركا و « دبلون » في انكلترا . وقد كان للكشف عن هذا النظير شأن خطير في دوائر العلم ، يفوق ما كان للكشف عن النظائر الاخرى من خطورة الشأن . ذلك ان نواة هذا النظير نوع جديد

(١) اي الكترون سائر بضغط كهربائي قدره ٢٧٠٠٠٠٠٠ فولط

من النوى يجب استكشافهُ ومعرفة بنائهِ . ثم ان الدوتونات نفسها تستعمل الآن كقذائف تطلق قوى العناصر والنظائر المختلفة بغية تحطيمها

﴿ النوترون وبناء النواة ﴾ في اوائل سنة ١٩٣٢ اذيع من انكلترا ان الاستاذ شدِك كشف دقيقة جديدة اطلق عليها اسم « النوترون » . هذا الاكتشاف يمكن ان يؤخذ دليلاً على اسلوب العلم وعلى شيوعيتهِ . ذلك ان طوائف من العلماء ، في بلدان مختلفة ، مهدوا بمباحثهم الطريقة ، الطريق لكشف النوترون على يد الاستاذ شدك

ففي سنة ١٩٣٠ كان العالمان الالمانيان بوث Bothe وبكر Becker يطلقان دقائق الفا على لوحة من معدن البريليوم . فكانت الدقائق المسدّدة الى تلك اللوحة ، تصيب بعض نوى البريليوم فتطلق هذه من تلقاء نفسها اشعة غريبة شديدة النفوذ . فظنَّ بوث وبكر ان هذا الاشعاع من قبيل اشعة غمّا التي تخرج من الراديوم وانما تفوقها طاقة وقوة اختراق . وفي سنة ١٩٣١ قام الاستاذ جوليو الفرنسي وزوجته (كريمة مدام كوري) بتجارب من قبيل تجارب الالمانيين

فوضعا حوائل من مواد مختلفة بين البريليوم الذي يطلق هذه الاشعة وغرفة التأيين ionization chamber (١) فوجدا انهُ اذا كان الحائل من مادة فيها غاز الايدروجين كمادة البرافين ، زاد عدد الايونات المتولدة في غرفة التأيين وهو غير منتظر ، بل المنتظر حجب بعض الاشعة الصادرة من البريليوم بواسطة هذا الحائل . ويعلل ذلك بأن هذه الاشعة الصادرة من البريليوم تصيب بعض ذرّات الايدروجين في البرافين فتطلق بروتوناتها بسرعة نحو ١٨ الف ميل في الثانية . فحسبا انهُ اذا كانت اشعة البريليوم امواجاً فطاقتها يجب ان تكون ٥٠ مليون الكترون فولط

واذن فهذه الظاهرة عجيبة تثير الدهشة لان المواد المشعة لا تطلق دقائق لها طاقة تزيد على ٦ ملايين الكترون فولط مثل دقائق الفا المنطلقة من عنصر البولونيوم . واذن فالبريليوم يطلق اشعة تفوق طاقتها عشرة اضعاف طاقة الاشعة المسدّدة اليهِ وهذا غريب ! ففرض جوليو وزوجتهُ ان هذه الاشعة المنطلقة من البريليوم امواج ، وانها في قصرها وقوة نفوذها تقع بين اشعة غمّا التي تخرج من الراديوم والاشعة الكونية التي كشفها ودرسها ملكن ورهط من اكبر علماءِ العصر

قرأ شدِك عن هذه التجارب العجيبة ، فعمد الى انابيب قديمة من الراديوم كانت قد اهديت اليهِ ، بعد ما فقد الراديوم فيها خواصهُ العلاجية ، فاستخرج منها عنصر البولونيوم وهو يختلف عن الراديوم في انهُ لا يطلق الاَّ دقائق الفا حالة ان الراديوم يطلق دقائق الفا وبيتا واشعة غما. وكان يعلم ان طاقة دقائق الفا ٦ ملايين الكترون فولط . فاذا كانت تستطيع هذه الدقائق ان تقذف من البريليوم اشعة طاقتها ٥٠ مليون الكترون فولط فهو امام ظاهرة غريبة جديرة بالبحث حرية بالتفسير

(١) اداة تستعمل لقياس قوة الاشعة وهي غرفة تحتوي على غاز . فاذا مرت فيها تيار نزع بعض الالكترونات من الذرات فتصبح ايونات (اي دقائق مكهربة او شوارد كما دعاها بعضهم) وتحصى هذه الايونات فيقاس بعددها قوة التيار

اطلق شدك دقائق الفا من عنصر البولونيوم على البريليوم ووضع بين البريليوم وبين غرفة التأيين حائلاً من النتروجين ، فكانت الاشعة المنطلقة من البريليوم على النتروجين عنيفة كل العنف حتى انها احدثت في غرفة التأيين ٣٠ الف ايون . هنا توقف شدك وقال : لوكانت مقذوفات البريليوم التي اصابت النتروجين اشعة من طاقة ٥٠ مليون الكترون فولط ، لما استطاعت — بحسب النواميس المسلّم بها — ان تحدث هذا العدد من الايونات . بل لما استطاعت ان تحدث اكثر من ١٠ آلاف ايون . ولكن اذا فرض ان مقذوفات البريليوم هي دقائق مادية كتلتها ككتلة البروتون وتسير بسرعة تعدل عُشر سرعة النور فاحداثها ٣٠ الف ايون في غرفة التأيين يصبح امراً معقولاً . ثم اذا فرض ان هذه الدقائق لا تحمل شحنة كهربائية ــ وهي لذلك لا تتأثر بالجذب المغناطيسي ــ فعندئذٍ يمكن تعليل قوة اختراقها للمواد على أوفى وجه

وكذلك كشف عن « النوترون » . وقد اثبتت التجارب ان النوترونات يمكن اطلاقها من مواد اخرى عدا البريليوم . والرأي الآن على ان النوترون لبنة اساسية في بناء نواة الذرة

ولكن بناء النوترون نفسه مثار للجدل . فبعضهم يحسبهُ دقيقة فردة لا تتجزأ . وبعضهم يذهب الى انهُ مؤلف من بروتون والكترون وقد حشكا معاً فلا ينفصل احدهما عن الآخر . وهذا الرأي يعلل لنا مشابهة النوترون للبروتون وزناً . ويعلل كذلك تعادل كهربائيتهِ لان شحنة البروتون فيهِ تعدّل شحنة الالكترون . فهو بحسب هذا الرأي ذرة ايدروجين ولكن المسافة فيها بين البروتون والالكترون قريبة جداً حتى تكاد تكون معدومة

ان بناء النوترون على هذه الصورة يغير الرأي في بناء نواة الذرة . كنا من قبل ، نفرض ان النواة مؤلفة من بروتونات والكترونات كل الكترون منها يعدّل بروتوناً . ولما كان عدد البروتونات يزيد على عدد الالكترونات فالعدد الزائد من البروتونات تعدلهُ الالكترونات التي حول النواة . فأصبحنا اليوم نقول ان النواة مؤلفة من بروتونات ونوترونات . وكذلك نستطيع ان نفهم بناء الدوتون (ذرة الدوتيريوم او الايدروجين الثقيل) . فنواة الايدروجين الثقيل مؤلفة من نوترون (بروتون والكترون متلاصقين او يكادان فيعدّل احدهما الآخر) وبروتون . وخارج النواة الكترون واحد يعدل البروتون الذي داخلها . اما نوى الذرات في العناصر الثقيلة فقد تكون مبنية من مجموعات من البروتونات والنوترونات والدوتونات والهليومات (heliums اي نوى ذرات الهليوم وكل منها مؤلف من اربعة بروتونات والكترونين) فنواة الاكسجين تتصرف كأنها مؤلفة من اربعة هليومات (١٦ بروتوناً و٨ الكترونات) . اما البريليوم فعنصر اقل استقراراً والمرجح ان نواته مؤلفة من هليومين ونوترون وهذا هو النوترون الذي يطلق منها عند توجيه دقائق الفا الى البريليوم كما حدث في تجارب بوث وبكر وجوليو وشدك . وقد جاء في الصحف العلمية من عهد قريب ان اطلاق الدوتونات على عنصر الليثيوم كان افعل في قذف تيارات النوترون من اطلاق دقائق الفا على البريليوم

﴿ البوزيترون صنو الالكترون ﴾ واذ كانت الدوائر العلمية دهشة متحمسة ، لكشف النوترون وامكان استعماله في تصحيح بعض الآراء العلمية السائدة عن بناء نواة الذرة ، جاءت الانباء بكشف دقيقة اخرى يرجح انها كذلك من لبنات الكون الاساسية

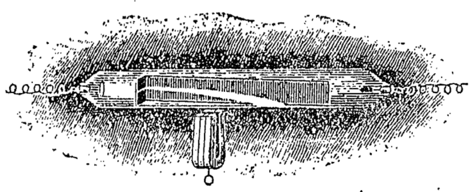
جاء هذا الكشف بطريق العرض . ذلك ان الاستاذ لورنس كان يبحث في الاشعة الكونية . والاشعة الكونية شديدة النفوذ تخترق لوحاً سمكه بضع اقدام من الرصاص . ولكنها تعيي الباحثين فلا يستطيعون درسها مباشرة . ولذلك يعمدون الى فعلها في دقائق الهواء . ذلك ان هذه الاشعة تصيب بعض دقائق الهواء فتؤينها (اي تزيل جانباً منها فيصبح الباقي وله شحنة كهربائية) وفي سنة ١٩٢٩ حاول العالم الروسي سكوبلزن Skobelzyn ان يصور مسارات الاشعة في غرفة غائمة [١] وتبعهُ ملكن واندرسن فحسنا الطريقة واتقناها وصورا بها مسارات الاشعة الكونية كما يدل عليها اصطدامها بدقائق الهواء في غرفة غائمة . في هذه الصور لاحظ اندرسن عدا مسارات الاشعة الكونية خطوطاً مزدوجة ومنحنية . فاسترعى نظرهُ اولاً ان هذه الخطوط المنحنية لا تكون الاَّ ازواجاً . وثانياً ان احدها منحرف الى اليمين والآخر الى اليسار . اي ان احدها سالب والآخر موجب . وتبين عند البحث ان الخط السالب المنحني انما هو الكترون . ولكن لم يستطع احد ان يعلل الخط الموجب . ذلك ان اصغر وحدة للكهربائية الموجبة عرفت حتى ذلك الوقت ، انما كانت البروتون . وكتلة البروتون تفوق كتلة الالكترون ١٨٥٠ ضعفاً . فاذا كان الخط الموجب يمثل البروتون فيجب ان يكون انحرافهُ اعظم جداً من هذا الخط البادي في الصورة

فقال اندرسن في نفسهِ ، ان البروتون ليس صنو الالكترون بل ان صنوه دقيقة اخرى اصغر من البروتون كتلتها مثل كتلة الالكترون وشحنتها موجبة بدلاً من ان تكون سالبة . ودعا هذه الدقيقة البوزيترون . ثم توالت التجارب فأيدت اكتشاف اندرسن واشهرها التجارب التي قام بها بلاكِت واوكياليني في كمبردج

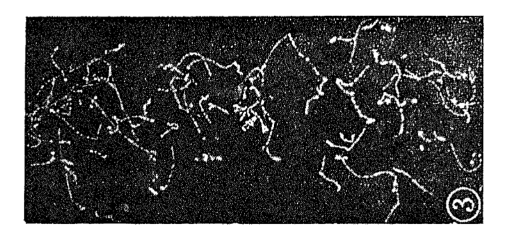
وقد اختلف العلماء في تسمية هذه الدقيقة فقال بعضهم ان لفظ بوزيترون قد يخدع الاَّ اذا تخلينا عن لفظ الكترون وسميناه نغاترون حتى يقابل بوزيترون تماماً . ونحن نستطيع ان نتغلب على هذه الصعوبة فنسميهما الكهرب الموجب (البوزيترون) والكهرب السالب (الالكترون)

وكذلك يرى القارىء ان لبنات الكون ، ونحن نكتب هذه الكلمات في منتصف سنة ١٩٣٤ هي اربع : الالكترون (الكهرب السالب) والبروتون (الاويل) والنوترون (المحايد أي لا سالب الشحنة ولا موجبها) والبوزيترون (الكهرب الموجب) . وكل دقيقة من هذه الدقائق لاتزال لغزاً من الالغاز ، ومن يدري فقد تسفر المباحث الجارية الآن عن نتائج تجعل لبنات الكون الاساسية اكثر من اربع او قد تحولها الى اثنتين فقط هما الكهربان الموجب والسالب

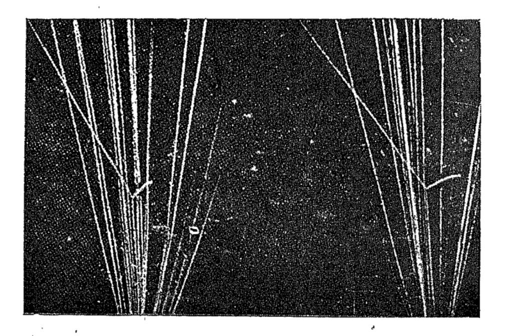
(١) الغرفة الغائمة طريقة تتبين بها مسارات الدقائق التي تمكن رؤيتها بما تتركه من الاثر في الطريق الذي تسلكه



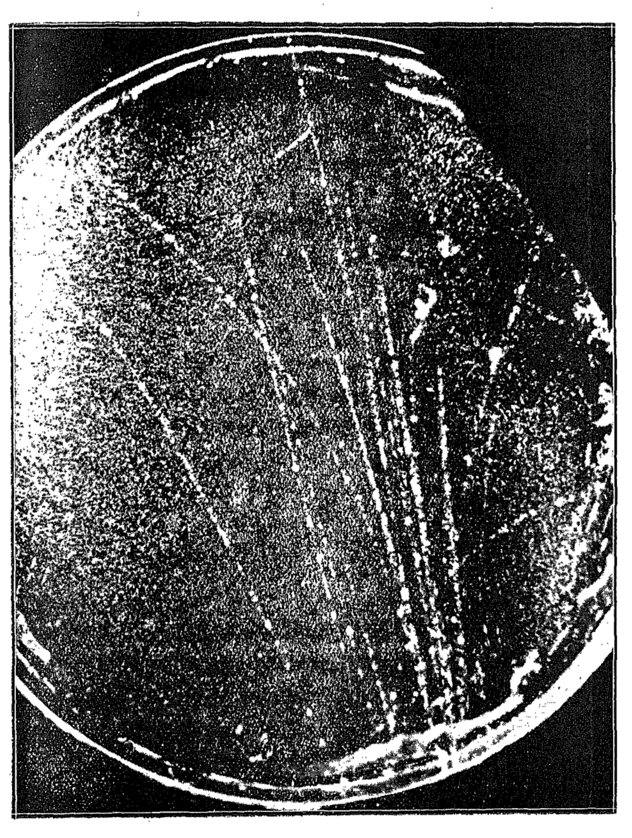
رسم يمثل انحراف اشعة المهبط بادناء مغنطيس من الانبوب



صورة فوتغرافية تمثل آثار الكهارب بحسب طريقة ولسن



صورة فوتوغرافية تمثل انحراف دقيقتين من دقائق «الفا» لدى اصطدامهما بكتلة في قلب ذرة النتروجين



الصورة التي اثبت بها وجود « الكهرب الموجب » او « البوزيترون »

امام الصفحة ١٥٢

تحويل العناصر

استهوت فكرة تحويل العناصر ألبابَ الكيماويين الاقدمين . فراحوا يبحثون عن حجر الفلاسفة الذي يمكنهم من تحويل العناصر بعضها الى بعض ومن تحويل سخيفها الى ذهب . ولا زال الموضوع يسترعي عناية الباحثين في اقطار الارض . بل ان طائفة من العلماءِ في معامل الجامعات والشركات الصناعية ، مكبّون على البحث في هذا الموضوع ، ولا عناية لهم الاَّ بهِ

ونحن اذا نظرنا الى مباحث الكيماويين الاقدمين ، بعيون علماءِ اليوم وما يلقونه من المصاعب التي تعترضهم وتقطع عليهم السبيل، فهمنا ان الخيبة كانت مصير اسلافهم بلا ريبة . ولكن الاقبال على هذا البحث عصراً بعد عصر يرجع في الغالب الى كتابات ارسطوطاليس التي كان لها تأثير عظيم في العصور المتوسطة واتجاهات ابنائها الفكرية . فالمادة كانت في نظر ارسطوطاليس مؤلفة من مادة اولية او اساسية (الهيولي) ، تختلط بالعناصر الاربعة ، التراب والهواء والنار والماء . والمواد تختلف بعضها عن بعض بمقدار ما تحتوي عليهِ من هذه العناصر الاربعة . فاذا اخذت بهذا الرأي ، فمن الامور التي لا تحتاج الى دليل ، امكان تحويل المادة الواحدة الى اخرى ، اذا كشفت الطريقة التي تمكن الباحث من تغيير مقدار ما في المادة الواحدة من احد العناصر الداخلة في بنائها . وكان طبيعيًّا ان تتجه الافكار الى تحويل العناصر المعدنية السخيفة الى ذهب لمّاع . وقام رجال في عصور مختلفة ادعوا انهم نفذوا الى سر تحويل النحاس او الرصاص او غيرهما من الفلزات الى ذهب . وكان الكيماويون القدماء ، معتمَد بعض الحكام في ايام الضيق ، لكي يسدوا العجز في بيوت المال بصنع الذهب من المعادن السخيفة . وكانوا يفلحون احياناً في صنع معدن لهُ رواء الذهب ولكنهُ ليس ذهباً ، فلم تسفر تجاربهم الاَّ عن خفض قيمة النقد الذهبي ، بصنعهِ من مادة ليست ذهباً على الاطلاق

وبعد ما أثبتت المباحث التجريبية فساد القول بامكان تحويل المعادن السخيفة الى ذهب ، ظلَّ الناس يعتقدون في صحة هذا الامكان ، حتى ليستطيع شطّار الخادعين ، في هذا العصر العلمي ، ان يدَّعوا عثورهم على طريقة لتحويل العناصر الى ذهب ، فيؤلفوا الشركات لهذا الغرض ، ويبتزوا الاموال من جيوب عباد الله الآمنين

***

﴿ التحوُّل ممكن ﴾ اثبتت مباحث علماء الكيمياء في القرن التاسع عشر ان المادة تظهر في نحو ثمانين عنصراً متميزاً احدها عن الآخر ، والذرات التي منها تتركب العناصر ، لا يمكن تحويلها

او ابادتها، بقوة من القوى الطبيعية المعروفة، كالحرارة والضغط. وعلى ذلك ظهر ان فكرة تحويل العناصر متعذرة، الا اذا وفق الباحثون الى وسائل اقوى فعلاً في الذرات من الحرارة والضغط. وثبت في الوقت نفسهِ، من دراسة الجدول الدوري الذي وضعهُ مندليف العالم الروسي، ان لا بدَّ من وجوه شبهٍ بين العناصر المختلفة في بنائها. فلما كشف السر جوزف طمسن الالكترون (الكهرب) سنة ١٨٩٧ تأيد هذ الرأي. واسفرت المباحث في الالكترون عن انهُ يحمل شحنة كهربائية سالبة، وان كتلتهُ جزء من ١٨٥٠ جزءًا من كتلة ذرة الايدروجين وهو اخف العناصر. ثم عُرِف ان احد هذه الالكترونات او اكثر من واحد، يمكن ان يزال من مداره حول نواة الذرة بفعل الاشعة التي وراء البنفسجي او الاشعة السينية، فتصبح الذرة بعد ذلك موجبة الكهربائية بدلاً من ان تكون محايدةً، وتختلف خواصها عن خواص الذرة المحايدة، والتحوُّل في الخواص يكون وقتيًّا فقط، لان الكهرب لا يلبث ان يعود الى مداره السويّ حول النواة، وتعود الذرة محايدة الكهربائية، وخواصها على ما كانت عليهِ

ففي الفترة بين زوال الكهرب من مداره حول النواة، وعودتهِ اليه، تحوَّلت الذرَّة من شيء الى شيءٍ آخر. ولكنَّ الأدلة المعتمدة بين العلماء حينئذٍ، كانت تشير الى تعذُّر احداث تحوّل دائم في بناء الذرّة وخواصها، بازالة بعض كهاربها او اضافة كهارب اليها. وكلُّ تغير من هذا القبيل لا بدَّ ان يكون وقتيًّا

ولكن بكرل الفرنسي اكتشف فعل الاشعاع سنة ١٨٩٦ واقبل رذرفورد وصدي البريطانيان على درس هذه الظاهرة فأثبت سنة ١٩٠٣ ان الاشعاع مظهر من مظاهر عدم الاستقرار في بناء الذّرة. ففي العناصر المشعة، تنفجر الذرة على حين فجأة، وينطلق منها اما دقيقة ضخمة (الضخامة نسبية طبعاً) تعرف بدقيقة الفا، او دقيقة صغيرة سريعة تدعى دقيقة بيتا — هي والالكترون سواءٌ. فيسفر هذا الانفجار والانطلاق عن ان الباقي من الذرة يختلف في خواصهِ الطبيعية والكيمائية عنهُ قبل انفجاره وانطلاق ما انطلق منهُ

فلما طال البحث في هذا الموضوع تبين ان عنصري الاورانيوم والثوريوم، يتحولان بالانفجار والانطلاق الى عناصر اخرى مشعة، منها الراديوم المشهور، وهذا بدورهِ يتحول بعد ان ينقضي زمن طويل على اشعاعهِ الى نوع خاص، من الرصاص. وفي التجارب التي قام بها رذرفورد وصدي وغيرهما، تبين ان دقائق الفا المنطلقة من الراديوم في حالة اشعاعهِ، انما هي ذرات عنصر الهليوم، ولكنها تحمل شحنة كهربائية بدلاً من ان تكون متعادلة. فلما قيست قوة انطلاق دقائق الفا وبيتا من ذرات العناصر المشعة تبين انها طاقة عظيمة جدًّا، تفوق مليون ضعف، الطاقة المتولدة من اتحاد الذرات في مادة مفرقعة

على ان تحول العناصر المشعة، يتم من تلقاء نفسهِ، ولا سيطرة للعالم عليهِ بالقوى الطبيعية

التي يملكها ، فهو لا يستطيع ، بالضغط العظيم او الحرارة العالية او البرد الشديد ان يسرع انطلاق الدقائق من الذرات او يبطئه . والعناصر المشعة قليلة اذا قيس عددها بعدد جميع العناصر المعروفة ؛ اما معظم العناصر فمستقرٌ ولا يحدث فيهِ فعل الاشعاع. واذاً فالعناصر بوجهٍ عام — ماعدا العناصر المشعة — لا يمكن تحويلها بعضها الى بعض في احوال عادية

***

﴿ بناء الذرة ﴾ وعليهِ وجب على المهتمين بتحويل العناصر ان ينتظروا قليلاً ، حتى يتسع نطاق معرفة الباحثين ببناء الذرة نفسها لعلَّ هذه المعرفة ، تمهد السبيل ، الى استنباط وسيلة جديدة تمكنهم من تغيير هذا البناء . والمسلَّم بهِ الآن ، ان ذرات العناصر كلها ، مبنية بناءً كهربائيًّا . ففي وسط الذرة نواة صغيرة الحجم كبيرة الكتلة — بل ان معظم كتلة الذرة في كتلة النواة — وتحمل شحنة كهربائية موجبة تختلف ، باختلاف العناصر من واحد الى ٩٢ . وعلى مسافة من النواة ترى الكهارب موزَّعة على طريقة لم يقرَّها البحث بعد — كانت في البدء تحسب كالسيارات حول الشمس في ذرة بور الدنمركي — وعدد الكهارب حول النواة مساوٍ لعدد الشحنة الموجبة على النواة . فالذرة التي على نواتها شحنة موجبة رقم ٥ لها خمس كهارب في جوّها . وقطر النواة لا يزيد في الغالب عن جزءٍ من ١٠٠٠٠ جزءٍ من قطر الذرة نفسها ، ولكن معظم كتلة الذرة مقيم في النواة وللنواة سيطرة على عدد الكهارب في الذرة ، وعلى حركتها كذلك . ولما كانت خواص الذرة الطبيعية والكيمائية مرهونة بعدد الشحنات الكهربائية الموجبة على نواتها، فمن الممكن ان تختلف اوزان الذرات من عنصر واحد من دون ان يختلف عدد شحناتها الموجبة على النواة

واذاً فقد نجد عنصراً لهُ نوعان او اكثر من الذرات . وكل نوع وزنهُ يختلف عن وزن النوع الآخر ، ولكن الشحنة الكهربائية في الاثنين واحدة . فذرات الليثيوم — ولهذا العنصر مقام خاص في درس تحويل العناصر — نوعان او نظيران (كلمة نظير العربية وضعها الدكتور صرّوف لتقابل كلمة ايسوتوب) احدها وزن ذراتهِ ٦ والآخر وزن ذراتهِ ٧ والثاني اكثر من الاول . وذرَّات عنصر من العناصر هي في الغالب خليطٌ من ذرات « نظرائهِ » . وسوف نجد ان نظيري الليثيوم يختلفان في مقدرة العلماء على تحويلهما بالمعنى الكيمائي . فاحدها يسهل تحويله ، والآخر يتعذر تحويله او يحتاج الى طريقة تختلف عن طريقة تحويل صنوه

هذا ما يعرف عن بناء الذرات بوجهٍ عام . ويرجع الفضل في معرفتنا عن انتظام الكهارب وحركتها ، وطريقة اشعاع الاشعة السينية منها الى مباحث بور Bohr وانداده . ولكن ما نعرفهُ عن بناءِ النواة لا يزال يسيراً . فنحن نعرف مقدار الشحنة الكهربائية على النواة . ولكننا نجهل انتظام الدقائق فيها . كنا الى عهد قريب نظن ان نواة الذرَّة مركبة من نوعين من الدقائق الكهربائية — الكهارب وهي سالبة الكهربائية والبروتونات وهي موجبتها — ثم ثبت ان دقائق الفا (وهي

نوى ذرات الهليوم ، ووزن الدقيقة منها ٤ اذا قوبلت بوزن البروتون ١) لها شأن خطير في بناء النواة . وفي السنة ١٩٣٢ اكتشف النوترون — وهو دقيقة وزنها كوزن البروتون اي ١ وشحنتها الكهربائية متعادلة . وفي مطلع الصيف الماضي اكتشف البوزيترون ، والمظنون انهُ يقابل الكهرب — اي انهُ كهرب ولكن شحنتهُ موجبة بدلاً من ان تكون سالبة . وعليهِ يصحُّ ان نحسب نواة ذرّة من ذرات العناصر الثقيلة مبنية من انواع مختلفة من الدقائق ، شحنة بعضها موجبة كدقائق الفا والبروتون والبوزيترون ، وشحنة البعض الآخر محايدة كالنوترون ، وجميعها مرتبطة بعضها ببعض بقوى عظيمة جدًّا في حيزٍ ضيّق ، فينشأ من ارتباطها بناءٌ مستقرٌّ

***

﴿ قذائف الطبيعة ﴾ ان مشكلة تحويل عنصر الى آخر، كما يراها علماء العصر الحديث تقتضي احداث تغيير في الشحنة التي على نواة الذرّة . وهذا مستطاعٌ نظريًّا ، بزيادة دقيقة ذات شحنة كهربائية ، كدقيقة الفا او بروتون ، الى النواة ، او بطرح احدى دقائقها . وانما يجب ان نذكر ، ان بناء النواة مستقرٌّ ، وان دقائقها مرتبطة بعضها ببعض ، بقوى عظيمة . فلكي نحطم نواة من النوى يظهر في بادىء الامر ان لا مندحة لنا عن ان نعمد الى قوى عظيمة الطاقة . ومن الطرق التي يمكن استعمالها ، اطلاق مقذوفات صغيرة عظيمة السرعة على نواة الذرة . فدقائق الفا التي تنطلق من تلقاءِ ذاتها من ذرّة الراديوم في حالة الاشعاع ، من اسرع المقذوفات التي يستطيع العالم الطبيعي استعمالها ، ومن اعظمها طاقة . لذلك قيل انهُ اذا اطلق تيار من ذرات الفا على مادة من المواد ، فيحتمل ان تصيب احداها ، نواة ذرّة من الذرات ، او ان تصير على قرب عظيم منها ، وفي الحالين لا بدَّ من ان تؤثر في القوى التي تربط بين دقائق النواة ، فتفقد النواة استقرار بنائها وتنقسم الى نواتين

لذلك عمد اللورد رذرفورد سنة ١٩١٩ الى امتحان هذا الرأي بالتجربة ، لعله يأتي بدليل عملي على ان تحويل بعض العناصر مستطاع باطلاق دقائق الفا على نوى الذرّات . وكانت تجاربهُ سهلة اذ اخذ مركّباً من مركبات الراديوم واستعمله مصدراً لمقذوفاتهِ — دقائق الفا — ومن المعروف انهُ اذا اصطدمت دقائق الفا بلوح طُلي بسلفور الزنك، ظهر اثر الاصطدام في لمعات من الضوء تمكن رؤيتها في غرفة مظلمة . فقال رذرفورد ، اذا اعتمدنا على هذه الطريقة في الكشف عن اثر دقائق الفا فلعلّنا نعثر على شيءٍ جديد . وكذلك اخذ مركب الراديوم وسدَّد دقائق الفا المنطلقة منهُ الى غاز الاكسجين فلم يرَ اثراً ما . فلما ابدل النتروجين بالاكسجين ، رأى لمعات خاصة ، على مسافة لا تستطيع دقائق الفا الوصول اليها . ثم ثبت ان سبب هذه « اللمعات » بروتونات ، لا بدَّ ان تكون قد انطلقت من نوى ذرّات النتروجين عند اصطدامها بدقائق الفا المنطلقة من الراديوم . واذاً فذرة النتروجين قد تحوّلت بانطلاق بروتون او اكثر منها . فكانت هذه التجربة اول دليل علمي، اقامهُ الانسان ، على ان التحويل ممكن بوسائل ابتدعها الذهن البشري

ولم يعرف اولاً كيف تمَّ هذا التحوُّل . ولكن مباحث بلاكت Blackett الحديثة بيَّنت انهُ لا بدَّ ان تكون احدى دقائق الفا قد اخترقت نواة ذرَّة من ذرات النتروجين ، فأحدث وجودها اضطراباً في بناءِ النواة المستقرّ ، فطرد بروتون من النواة بسرعة عظيمة . وهو البروتون الذي دلّت اللمعات على وجودم

فلننظر الآن في هذا الامر من ناحية الارقام . اننا نعلم ان كتلة النواة في ذرة النتروجين ١٤ وان شحنتها الكهربائية ٧ . فاذا اصطدمت بها دقيقة الفا ، واخترقتها واستقرَّت فيها ، اضيف وزنها — وهو ٤ — الى وزن النواة فيصبح ١٨ ، واضيفت شحنتها الموجبة — وهي ٢ — الى شحنة النواة فتصبح ٩ ولكن النواة اذ ذاك تفقد بروتوناً واحداً وزنهُ ١ وشحنتهُ الكهربائية ١ كذلك ، فيصبح وزن النواة بعد اضافة دقيقة الفا وطرح بروتون واحد ، ١٧ وتصبح شحنتها ٨ . بيد انَّ شحنة نواة ذرَّة الاكسجين ٨ واذن فالتفاعل الناشىء عن اصطدام ذرة النتروجين بدقيقة الفا ، وما تلاهُ حوّل ذرَّة النتروجين الى ذرة اكسجين

وقد يقال ان وزن نواة ذرة الاكسجين ١٦ وليس ١٧ فكيف ذلك ؟ فنقول ان للاكسجين نظيراً (isotope) وزن ذرتهِ ١٧ وهذا على ما بيَّنا واقع في الطبيعة

ثم تبيّن من تجارب الدكتور شدِك Chadwick احد علماء جامعة كمبردج ، ان اثني عشر عنصراً على الاقل من العناصر الخفيفة يمكن تحويلها باطلاق دقائق الفا عليها . والراجح ان طريقة التحوُّل فيها شبيهة بما يصيب النتروجين في حالة تحوُّلهِ . اي ان دقيقة الفا تندمج في نواة الذرّة ، ثم ينطلق من النواة بروتون واحد ، فيزيد وزن الذرة ٣ (وهو الفرق بين وزن الدقيقة ٤ ووزن البروتون المنطلق ١) وتزيد شحنتها الكهربائية ١ (وهو الفرق بين شحنة دقيقة الفا ٢ وشحنة البروتون المنطلق ١) . وهذه التجارب تثبت ان الباحث اذا اجاد التجربة استطاع ان يحوّل ذرَّة عنصر من العناصر الاثني عشر ، الى ذرّة عنصر آخر ، اعلى منهُ في جدول العناصر

ويجب ان ننبه في هذا المقام ان المقدار المتحوّل من عنصر ما الى عنصر آخر يسير جدًّا ، بل هو اقل من ان يمكن كشفهُ بالكواشف الكيمائية . ولولا ابتداع طرق عجيبة في دقتها لاحصاء الذرات القليلة المتحولة ، لما اتيح للباحثين، ان يتبينوا نجاحهم في تجاربهم . ولما كانت نوى الذرات دقيقة كل الدقة ، فاحتمال اصابتها بالمقذوفات المطلقة عليها ، يسير جدًّا . ففي تجربة النتروجين يبلغ الاحتمال نسبة ١ الى ١٠٠٠٠٠ اي ان دقيقة واحدة من مائة الف دقيقة مسدَّدة الى غاز النتروجين يحتمل ان تصيب نواة احدى الذرات . وهذا الاحتمال يقل في العناصر الاخرى . ويستحيل على الباحث ان يوجّه مقذوفاتهِ الى نوى الذرات ، ولذلك فهو يطلقها على مقدار من الغاز ، فيتفق ان تصيب احدى نوى ذراتهِ في الفينة بعد الفينة

ولكن بعض العناصر ، كالليثيوم والكربون والاكسجين لم تعنُ لقذائف دقائق الفا اي ان

اطلاق دقائق الفا عليها ،لم يؤثر في نوى ذراتها فلم تتحول ، كما تحولت بعض ذرات النتروجين

ويختلف عنصر البريليوم عن هذه الطائفة وتلك . فان قذفه بدقائق الفا لم يطلق منهُ بروتونات كما هي الحالة في النتروجين وغيره ، ولا هو ظلَّ جامداً لا يتأثر بها كالاكسجين ، بل انطلق منهُ نوع من الاشعاع القوي النفوذ ، لاحظهُ العالم الالماني Bothe اولاً ثم درستهُ مدام كوري جوليو (وهي ابنة مدام كوري) وتبينت فيهِ خواصَّ عجيبة . وتلاها الدكتور شدك الانكليزي ، فأثبت ان هذا الاشعاع انما هو تيار من دقائق لم تعهد من قبل دعاها « نوترونات » Neutrons وهي تماثل البروتونات في ان وزن النيوترون كوزن البروتون ١ ولكن النيوترون متعادل الكهربائية حالة ان البروتون موجبها واذاً فتحول عنصر البريليوم يختلف عن تحول النتروجين .فذرة البريليوم تلتقط دقيقة الفا وتطلق نوتروناً وبذلك يتحول البريليوم الى كربون

هذه « النوترونات » المنطلقة من نوى البريليوم ، قذائف عجيبة ، يمكن استعمالها باطلاقها على نوى ذرات اخرى فتحولها . وهي لاصغر حجمها، وتعادل كهربائيتها تخترق ذرات المادة من دون ان تفقد شيئاً كثيراً من طاقتها . ولا تنمُّ على نفسها ، الاَّ اذا اصطدمت بنواة ذرة من الذرَّات . وقد اثبت فذر Feather ان اطلاق النوترونات على الاكسجين يحوّله ، بقذف دقائق الفا من نوى ذراتهِ . وهذه الحقيقة لها شأن خاص لان اطلاق دقائق الفا على الاكسجين لم يؤثر فيهِ على الاطلاق

***

﴿ قذائف العلماء ﴾ لقد عالجنا حتى الآن تحويل العناصر باطلاق قذائف عليها ، منبعثة من تلقاء نفسها من انحلال العناصر المشعة كالراديوم . ولكن ما لبث الباحثون ان ادركوا ، ان توسيع نطاق معرفتهم ببناء الذرة وتحويل العناصر ، يقتضي قذائف اخرى منوعة . وكان معروفاً ان اطلاق تيار كهربائي في غاز لطيف، يخرج منهُ مقذوفات منوعة من ذرات وجزيئات سريعة الانطلاق . فاذا اسرعت هذه الذرات المنطلقة بامرارها في فراغ معرّض لفعل الجذب الكهربائي،فقد تصبح سرعتها كافية لاطلاقها على نوى الذرات بغية تحطيمها. فاذا اطلق مثلاً تيار كهربائي في غاز الايدروجين في احوال معينة ، انقذف وابلٌ من القنابل الصغيرة السريعة ، لايقذف مثلها مائة الف غرام من الراديوم ، في الوقت نفسهِ . ثم ظن انهُ اذا استعملت تيارات كهربائية عالية الضغط — من رتبة مليون فولط — تمكن العلماء من الحصول على مقذوفات سريعة يستطيعون استعمالها ، كما استعملوا دقائق الفا من قبل . وبعد سنين من المحاولة والامتحان ، تمكن كوكروفت وولتن في جامعة كمبردج ، من اطلاق بروتونات ، مولدة توليداً صناعيًّا ، بالطريقة التي ذكرناها ، على ذرات عنصر الليثيوم ، فقذفت هذه الذرات ، دقائق الفا منها ، اي ان نوى ذرات عنصر الليثيوم حطمت لاول مرة في تاريخ العلم على ما نعلم ، بواسطة قذائف صنعها الانسان

وقد انجلت الآن الطريقة التي يحدث بها هذا التحطيم . فمن الوف البروتونات المطلقة على ذرات

الليثيوم يصطدم بروتون بنواة ذرة من ذراتهِ . اما وزن البروتون فواحد . وأما وزن نواة ذرة الليثيوم فسبعة . فاذا اصطدم البروتون بالنواة ، لا تلبث النواة ان تنفصل الى قسمين كل منهما دقيقة الفا — وهي نواة الهليوم — وزنها ٤ ومجموع وزنيهما ٨ اي مجموع وزن نواة الليثيوم (وهو ٧) ووزن البروتون الذي اندمج فيها (وهو ١) . وبعد ما نجح كوكروفت وولتن في تحويل الليثيوم الى هليوم ، عمدا الى اطلاق مقذوفاتهما على عنصري البور Boron والفلور Fluorine فوجدا ان اطلاقها يسفر عنهُ انقذاف دقائق الفا من ذرات هذين العنصرين . اي ان ذرات هذين العنصرين تتحول بوجه عام كما تحولت ذرات عنصر الليثيوم . والظاهر ان اطلاق دقائق الفا على العناصر يحولها الى عناصر اعلى منها في جدول العناصر فالنتروجين يتحول الى اكسجين واما اطلاق البروتونات فيحولها الى عناصر ادنى منها في جدول العناصر ، فالليثيوم يتحول الى هليوم

وثمة نوع ثالث من المقذوفات يستعمل في تحويل العناصر . هي بروتونات الايدروجين الثقيل وتعرف باسم « دوتونات » في اميركا و « دبلونات » في انكلترا . ففي غير مكان من هذا الكتاب بيَّنا ان لعنصر الايدروجين نظيراً ، يشبههُ في خواصهِ الكيمائية ، ولكن ذرتهُ اثقل من ذرة الايدروجين العادي ، وان الماء المصنوع من هذا الايدروجين اكثف من ماء الايدروجين العادي بنحو ١٠ او ١١ في المائة ، ويختلف عنهُ في درجة غليانهِ وتجمده . وقد عمد الاستاذ لورنس الاميركي الى اطلاق الدوتونات (ووزن الدوتون منها ٢ بدلاً من ١ وهو وزن بروتون الايدروجين العادي) ثم زاد سرعة انطلاقها بطريقة خاصة استنبطها ، فوجدها افعل في تحطيم الذرات من البروتونات العادية

***

ولعلَّ القارىء يسأل دهشاً بعد هذا البيان الوافي ، عن غرض العلماء في درس تحويل العناصر . هل يريدون ان يصنعوا الذهب والبلاتين من النحاس والرصاص والفضة ؟ فنقول لا انما هم يبحثون عن اسرار الكون وصلة بناء الذرة بتركيب الشموس وضيائها وحرارتها ، وصلة ذلك بالاشعة الكونية ، وهل في هذه المعرفة اي تعليل لنسبة ما نجدهُ من العناصر في القشرة الارضية . هذه المسائل العويصة تفتن لبَّهم ، والنفوذ الى بعض الغازها أثمن من الذهب وأغلى من البلاتين ؟



الاشعة الـكونية

ما هي الاشعة الكونية ؟ من اين تأتي ؟ هل في طيّات امواجها اسرار الخلق او انذار الفناء ؟ هذه هي المسائل التي يحاول علماء الطبيعة الاجابة عنها بالتجربة والامتحان آناً وبالجمع بين التجربة والنظر الفلسفي آناً آخر . ومن رأي الدكتور جنصن الاستاذ بمعهد بارتُـل الاميركي للبحث العلمي، انهُ لا يعرف في تاريخ العلم مسألة ، اختلف العلماء في الاجابة عنها اختلافهم في الاشعة الكونية

***

من عهد قريب صعّـد العلماء الالمان هورلن Hoerlen وكنزل Kinz' وبورشرز Borchers الى قمة جبل « هوالاكان » في سلسلة جبال الاندس وعلوها ٢٠ الف قدم فوق سطح البحر ، وقضوا هنالك ثمانية ايام كأنهم عقبان على صخرة شاهقة ، يقيسون قوة هذه الاشعة . وفي هذا السبيل نفسهِ قتل العالمان الاميركيان كارپ Carpe وكوفن Koven في محاولتهما الصعود الى قنة جبل ماكنلي في الاسكا . اما الاستاذ كمطن الاميركي ، رئيس بعثتهما فقد رحل مسافة ٥٠ الف ميل بين خط العرض الجنوبي٥٦ وخط العرض الشمالي ٦٨ مخترقاً في رحلتهِ خمس قارات ومجتازاً خط الاستواء اربع مرات، حاملاً معهُ الآلة الخاصة التي بناها لدرس هذه الاشعة . وها هو الاستاذ هس الالماني يصعد الى قمم جبال الألب وزميله الاستاذ كولهرستر يبتني معملهُ في الجمد على جبل اليونغفرو بسويسرا ، بغية النفوذ الى اسرار هذه الاشعة . وملكن الاميركي يبعث آناً بلونات مجهزة بآلات مدوّنة الى مرتفعات عظيمة في الهواء ، ويصعّـد آونة اخرى في جبال بوليفيا او كاليفورنيا او يرتاد الاصقاع القطبية لهذا الغرض . ويجاريهِ الاستاذ رجنر الالماني فيرسل في الجوّ بلونات آلية التدوين او يغرق آلة قياس الاشعة في مياه بحيرة كونستاس لمعرفة أثر الماء في حجبها . بل هذا هو الاستاذ پيكار يرتفع ببلونهِ مرتين الى علوّ ٥١٧٥٨ر١ قدماً فالى ٥٣٦٧٢ر قدماً فيضرب الرقم القياسي العالمي في التحليق الى اعلى ما بلغهُ الانسان ويجاريهِ علماء روسيا واميركا ، ولكن ليس الغرض الذي يرمون اليهِ في هذه المغامرات الجريئة بل غرضهم قياس قوة الاشعة في الطبقة الطخرورية من الهواء Stratosphere

مضى هؤلاءِ العلماء وعشرات غيرهم في طريقهم نحو هدفهم ، غير عابئين بالقيظ ولا بالزمهرير ، بالسغب ولا باللغب ، بالحشرات ولا بالوحوش ، لان في نفوسهم روح الروّاد العظام . والعلم اذا دفع ابناءَهُ في سبيل البحث عن اسرار الطبيعة نفث فيهم لهفة الباحث في قصر خرب عن كنز مدفونٍ

***

وتاريخ الاشعة الكونية يرتدُّ الى اوائل هذا القرن . كانت عناصر الاورانيوم والثوريوم

والراديوم والپولونيوم وغيرها من العناصر المشعة في ذلك العهد عجائب استرعت عناية الباحثين بما ينطلق منها من اشعة الفا وبيتا وغمَّا ، وبمقدرتها العجيبة على جعل الغازات قادرة على ايصال الكهربائية . وبعد بحث قليل ثبت ان في صخور الارض مقادير كبيرة من العناصر المشعة ، وأن مياه بعض الينابيع مشعٌ كذلك . ومن الصخور كانت تنطلق اشعة تمزق بعض ذرات الغازات التي يتركب منها الهواء فتجعله موصلاً للكهربائية لان غازات الهواءِ في حالتها الطبيعية موصل كهربائي رديء. واذاً كان من الطبيعي ان يعمد الباحثون الى قياس اثر هذه لاشعة في « تمزيق » ذرَّات الهواءِ . فأخذ ثيودور ولف Wulff الاب اليسوعي ادواتهِ ، وصعد الى قمة برج ايفل بباريس ، فظهر لهُ ان هذا الفعل اضعف عند القمة منهُ على سطح الارض . وكان ذلك منتظراً لانهُ كلما بعدنا عن الصخور التي تطلق الاشعة ، يضعف فعلها

على ان الاستاذ ولف كان عالماً دقيق الحس قوي الملاحظة ، فاسترعى نظرهُ ان ضعف هذا الفعل في الهواء كان اقلّ مما يجب ان يكون . وقرأ العالم الطبيعي السويسري الاستاذ غوكل Gokel ما اسفر عنهُ بحث الأب اليسوعي فخطر لهُ ان يحلّق ببلونٍ لقياس فعل الاشعة المنطلقة من الصخور في الهواءِ على مرتفعات تفوق قمة برج ايفل . فصعد في سنتي ١٩١٠ و١٩١١ الى علو ١٣ الف قدم ، ونزل اشدّ حيرة مما صعد . ذلك ان فعل الاشعاع من الصخور ضعف اولاً ، ولكنهُ اخذ يزداد بازدياد ارتفاعهِ

وعمد هس Hess العالم الالماني الى الحساب الدقيق فتبين لهُ ان اشعة غمَّا وهي اقوى الاشعة المنطلقة من العناصر المشعة لا يمكن ان يظهر اثرها فوق بضع مائة متر فوق سطح البحر لان الهواء يمتصها . فإما ان تكون النتائج التي اسفرت عنها مباحث غوكل خاطئة ، وإما في الامر سرٌّ . فاعادة تجربته للتثبت من صحة نتائجها . لذلك عمد هس الى البلونات التي تحمل ادوات آلية التدوين وأطلقها في الجوّ فارتفعت الى ١٦ الف قدم فوق سطح البحر . فلما هبطت قرأ ما دوَّنتهُ الآلات فاذا هي تؤيّد نتائج غوكل كل التأييد . ولم يكتف بذلك بل حلّق بنفسه ، ثم اشترك مع زميله الاستاذ كولهرستر ، فحلّقا الى علو ستة اميال فوق سطح البحر ، فكانت نتائج التجارب المختلفة مؤيدة بعضها بعضاً . واذاً فلا مندوحة عن القول بأن هناك اشعة قادمة من خارج الارض تمزّق ذرات الهواء . وهذه الاشعة عظيمة الطاقة قوية النفوذ ، تفوق اشعة اكس نفسها واشعة غمَّا المنطلقة من الراديوم

***

وفي سنة ١٩٢٥ طلع الاستاذ ملكن الاميركي على الناس بنظرية جديدة وجهت انظار الخاصة والعامة الى الاشعة الكونية ، فصار الكلام على كل جديد فيها يجد لهُ متسعاً في الصحف جنباً الى جنب مع انباء السياسة والرياضة والاجرام

ذلك ان الاستاذ ملكن ، كان قبل ذلك استاذاً في جامعة شيكاغو وهناك كان يجتمع بالاستاذ مكملن فكانا يتحدثان في النظرية السائدة حينئذٍ في نهاية الكون ، وملخصها ان الطاقة التي في الكون آخذة في التحول من طاقة قصيرة الامواج قوية الفعل ، الى طاقة طويلة الأمواج ضعيفة الفعل . وانهُ متى تمَّ هذا التحول ، اصبحت الامواج الطويلة عاجزة عن ان تكون الباعث على ظاهرات الكون والحياة (راجع فصل نهاية الكون صفحة ٩٣ من هذا الكتاب) وكان مكملن مقتنعاً بأن الذرات تبنى من الالكترونات والبروتونات في الفضاء الذي بين النجوم interstellar space فاذا صح ذلك فالكون ليس مصيره الى الفناء بتحول اشعاعهِ ، لان بناء الذرات يجهزنا ، بحسب الآراء الحديثة ، بقدر عظيم من الطاقة قصيرة الامواج قوية الفعل . ولعلَّ الاشعة التي تحيِّر هس وكولهرستر ، تؤيد ما يذهب اليهِ مكملن

وقضى ملكن بعد ذلك سنتين يبحث خلالها في هذه الاشعة ويقيس قوتها ونفوذها للمواد ، فهو آناً يجرب ذلك بالواح الرصاص ، وآناً بمياه البحيرات ، تارة على الجبال الصخرية في غرب اميركا الشمالية وتارة اخرى على جبال الاندس ، واخرى على مقربة من القطب المغناطيسي الشمالي ، فخرج من ذلك كلهِ بما يؤيد — في نظره — مذهب مكملن . ولما اجمل مباحثهُ امام أكاديمية العلوم الاميركية قال : ان هذه الاشعة انباء تدل على تكوّن المادة في رحاب الفضاء . وفيها رأى ملكن دليلاً على ان «الخالق ما زال ماضياً في عمل الخلق»

***

المشهور ان الغازات في حالتها الطبيعية لا توصل الكهربائية كما توصلها الاسلاك المعدنية اي انهُ لا يسهل على الكهربائية اجتياز مقدار من الغاز كما يسهل عليها اجتياز قطعة من النحاس او الرصاص ولكن اذا سُدّدت بعض الاشعة الى الغاز الذي لا يوصل الكهربائية اصبح موصلاً كهربائيًّا ضعيفاً . ومن هذه الاشعة ، الاشعة التي وراء البنفسجي ، والاشعة السينية (اشعة اكس او أشعة رنتجن) والاشعة السالبة (الالكترونات) والاشعة المنطلقة من العناصر المشعة . ويعلَّل ذلك بأن هذه الاشعة تفصل من ذرات الغاز بعض كهاربها (الكتروناتها) فيصبح الجزء الباقي من الذرة وشحنتهُ الكهربائية شحنةً موجبة (كانت الشحنة الكهربائية الموجبة معادلةً للشحنة الكهربائية السالبة في الذرة فلما نقص كهرب من الذرة اصبحت شحنة الجزءِ الباقي من الذرة موجبة) وهو يعرف بالأَيْن او الأيُونْ Ion (قد يحسن صياغة فعل عربي أيَّن للمتعدي وتأيَّن للازم في الدلالة على هـذا المعنى الخاص) اما الكهارب المنفصلة فتصطدم بذرات كاملة متعادلة الشحنة الكهربائية وتلتصق ببعضها فتصبح الذرة التي التصق بها كهرب شارد ذات شحنة سالبة (لزيادة الكهرب ذي الشحنة السالبة) فهي « أيونْ » كذلك ، وهذا يجعل الغاز موصلاً للكهربائية لشدة حركة الدقائق المكهربة التي فيهِ فهي لا تكاد تستقرُّ على حالٍ

ولدى البحث ثبت انهُ اذا ازيل من المنطقة التي تحيط بغاز من الغازات كلُّ مصدر من مصادر الاشعة التي « تؤيِّنهُ » ظلَّ الغاز موصلاً ضعيفاً للكهربائية ، فيتولَّد فيهِ في السنتمتر المكعب « أيون » واحد او « ايونان » في الثانية . ولكن اذا نزل الوعاء المحتوي على هذا الغاز الى عمق مائة متر في بحيرة من الماء النقي من الشوائب (وهي التجارب التي قام بها هس في المانيا ومِلِكن واعوانهُ في اميركا الشمالية والجنوبية) اصبح الغاز لا يوصل الكهربائية على الاطلاق، أي انقطع تولُّد الايونات فيهِ . وعلى الضد من ذلك اذا رفع الوعاء المحتوي على الغاز الى علو تسعة آلاف قدم او عشرة آلاف قدم فوق سطح البحر زادت قوتهُ على ايصال الكهربائية اي زاد تولُّد « الايونات » فيهِ

على اساس هذه الحقائق العلمية بُنيت الآلات الدقيقة التي تقاس بها قوة الاشعة الكونية اي انها تحصي عدد الايونات التي تتولد في سنتمتر مكعب من غاز معيَّن كلَّ ثانية . ثم يقابل ذلك بعدد الايونات التي تولِّدها أشعة معروفة قوتها مثل اشعة اكس واشعة غما

***

قلنا ان العلماء حلَّقوا في الجو وتوقلوا قمم الجبال ودلُّوا آلاتهم في قيعان البحيرات العالية لادراك غرضهم . والسبب في ذلك كما قدمنا ان الراديوم وغيره من العناصر المشعة يطلق اشعة تؤين الغاز الذي في آلاتهم وهم يريدون ان يعرفوا أثر الاشعة الكونية من دون ان يختلط بهِ أثر اية اشعة اخرى

فاشعة الراديوم يحجبها لوح من الرصاص ثخانتهُ سنتمتران او نحو ذلك . لذلك نقل مِلِكن معهُ ما وزنهُ ثلاثمائة رطل من الواح الرصاص وتوقَّل جبل پيْك بكاليفورنيا لكي يحجب أثر الراديوم اولاً فاحاط آلته بالواح ثخانتها ثلاثة سنتمترات حاسباً ان الأشعة الكونية وهي اقوى من اشعة الراديوم لا بدّ ان تخترق هذه الالواح فدلت التجارب انها تفعل ذلك . ثم اخذ يزيد ثخانة الرصاص الذي حول آلتهِ ليعرف اي طبقة من الرصاص تحجب الاشعة الكونية

وقلنا ان كولهرستر ابتنى معملهُ في الجمد على جبل اليونغفرَوْ بسويسرا وسبب ذلك ان الجمد لم يختلط بمادة على سطح الارض فهو خلوٌ من الراديوم . ثم ان ملكن دلَّى آلاتهِ في بحيرة ميوُر ليعرف اية طبقة من الماء تحجب هذه الاشعة الغريبة . فلماذا اختار بحيرة ميور في اميركا الشمالية وبحيرة مغويلا في اميركا الجنوبية والطريق الى كلٍّ منها وعر صعب المرتقى ؟ ذلك ان هذه البحيرات عالية جدا ، لا تصب فيها مياه انهارٍ جرت مسافات طويلة فوق سطح الارض فذابت فيها مواد قد تحتوي على مركبات من العناصر المشعة ، وانما مصدر مائها هو الثلج النقي بعد ذوبانهِ . وأما هس الذي اغرق آلتهُ في بحيرة كونستانس فحسب حساباً في قياسهِ لأثر العناصر المشعة . ونتائج هذه المباحث عجيبة . فالآلات التي دُلِّيت في بحيرة كونستانس بسويسرا ظلت غازاتها تتأين تأيناً

يسيراً لما كانت على ٧٧٥ قدماً تحت سطح الماء . اي ان فعل الاشعة الكونية يستطيع ان يخترق ما كثافتهُ ٧٧٥ قدماً من الماء . وهذا يعدلُ ٦ر٦٥ القدم من الرصاص مع ان نور الشمس تحجبهُ ورقة رقيقة وأشعة اكس يحجبها لوح رصاص ثخنهُ سنتمتران او ثلاثة سنتمترات . ففي الطبيعة مصدر يطلق اشعة اقوى وأفعل من اشعة الراديوم اضعافاً كثيرة . فما هو ؟ هنا مصدر العناية التي توجّهُ الى هذه الاشعة ومعرفة اسرارها وهذا مصدر الخلاف بين اكبر العلماء على طبيعتها واصلها

***

لخص الاستاذ بيكار نتائج الارصاد التي قام بها في اثناء رحلتهِ الثانية الى الطبقة الطخرورية فقال انهُ حاول درس الاشعة الكونية من ناحيتين: — الاولى تحقيق الاختلاف في قوة الاشعة باختلاف الارتفاع . والثانية تحقيق الاختلاف في قوتها باختلاف الاتجاه . فثبت له في الناحية الاولى ان قوتها تزداد بالارتفاع ثم تقلُّ رويداً رويداً الى ان تصبح ثابتة فوق ارتفاع معيَّن . اما البحث في الناحية الثانية فأسفر عن ان الاشعة الكونية لا تكثر في جهة معينة دون اخرى لذلك ذهب الى ان هذه الاشعة مصدرها الطبقة الطخرورية ذاتها

اما ملكن فيذهب الى ان الاشعة الكونية هي من قبيل اشعة اكس وأشعة غما انما هي اقصر امواجاً وأقوى فعلاً . وقد ثبت له ان قوتها في المنطقة المتجمدة الشمالية لا تقل عن قوتها في المناطق الاستوائية ، وهو ما ينتظر اذا كانت هذه الاشعة من قبيل الضوء الذي لا يرى . ولكن كولهرستر الألماني وغيره يرون ان الاشعة الكونية ليست ضوءًا على الاطلاق بل هي كهارب سريعة الانطلاق . واذ كانت كهارب فيجب ان تنحرف هذه الكهارب بفعل المغنطيس . اما ملكن فيقول انهُ حاول قياسها قرب القطب المغنطيسي الشمالي فلم يجد ما يدلُّ على انها اكثر انحرافاً نحو القطب المغنطيسي — ولو كانت الكترونات لوجب ذلك — وقام كولهرستر نفسهُ بمباحث من هذا القبيل فلم يسفر بحثهُ عما يثبت جذب المغنطيس لها . ولعلها — اذا كانت الكترونات — اسرع من ان يحرفها مغنطيس ارضي حتى الارض نفسها

***

نظر الاستاذ كمطن — استاذ الطبيعة في جامعة شيكاغو واحد نائلي جائزة نوبل الطبيعية — الى الاقوال المختلفة في طبيعة الاشعة الكونية فعزم ان يقوم ببحث واسع النطاق في انحاء الارض المختلفة بغية الوصول الى القول الفصل فيها . فاتفق مع معهد كارنجي الاميركي وجامعة شيكاغو على الاشتراك في الانفاق على هذه المباحث ونظم بعثة علمية اشترك فيها اثنا عشر عالماً من علماء الطبيعة في مختلف البلدان وصنع سبع آلات دقيقة لقياس قوة الاشعة — كل منها كرة من الصلب تحتوي على غاز الارجون مضغوطاً ضغطاً عالياً لكي يزيد متوسط عدد الايونات في السنتمتر المكعب ، اذ لا يخفى انهُ اذا ضغط الغاز اقتربت ذراتهُ بعضها من بعض فيكثر ما تصيبه الاشعة

منها في اثناء اختراقها للغاز — وعُبرت[1] الآلات السبع عَبْراً واحداً حتى لا تختلف قراءة ما تدونهُ من المقاييس ، لان كمطن يرى ان جانباً كبيراً من الاختلاف في النتائج سببهُ القياس بآلات مختلفة

اما النتائج التي اسفرت عنها مباحث كمطن فتلقي ظلاًّ من الريب على آراء الاستاذ ملكن . فقد وجد الاستاذ كمطن ان الاشعة اقوى في المناطق الشمالية منها في المناطق الاستوائية . وهذه هي النتيجة المنتظرة اذ كانت الاشعة الكونية الكترونات يحرفها او يجذبها قطبا الارض المغناطيسيان. وأثبت رجنر Regener وبيكار ان الاشعة لا تزداد بالارتفاع قوة كما ينتظر اذ كانت آتية من خارج جو الارض . وكان ملكن قد عرف ان الاشعة لا تزداد قوة بالارتفاع ، ولكنهُ علل ذلك تعليلاً معقولاً . قال اننا لا نستطيع ان نتبين هذه الاشعة الاّ اذا مزقت ذرات العناصر التي في الهواء ولما كان الهواء في طبقاتهِ العليا لطيفاً كل اللطف ، فذرات عناصره اقل ولا بد ان يكون فعل الاشعة البادي لنا اقل كذلك

والامر المتفق عليهِ في هذه الفوضى العلمية هو ان الاشعة تأتي من كل الجهات . هنا يدخل دعاة النظرية النسبية معمعة الجدال فيقولون اذا كانت هذه الاشعة لا تنشأ في الطبقة الطخرورية فلا بد أن تكون مالئة للكون . ففي هذه الايام اصبح الكون في نظر العلماء النسبيين كالكرة . وشعاعة من الضوء تنطلق في احدى نواحيهِ لا تستطيع ان تخرج منهُ ، واذا كانت هذه الاشعة آتية من ناحية في رحابهِ فهي ماضية في طريقها الى مصدرها . ولما كانت الاشعة الكونية تأتي من جميع الجهات فلا بد ان يكون الكون حافلاً بها . ولكن الكون آخذ في التمدد . كذلك يقول لمِتر واينشتين وثلة من علماء الطبيعة. وقد تضاعف نصف قطره منذ بدأ يتمدد . لذلك يرى ادنغتن « ان اشعة الضوء في هذا الكون الآخذ في التمدد كالعدَّاء الذي يرى الطريق امامهُ تمتد اسرع من عدوه فالقصب يبعد عنهُ بدلاً من ان يقترب منهُ » وعلى ذلك يظل النور ماضياً في سبيله لا يستطيع العودة الى مصدره — لسرعة تمدد الكون — وفي انطلاقهِ يضعف وتطول امواجهُ حتى يصبح امواجاً تحت امواج الاحمر فنعود لا نراها

ولكن الاشعة الكونية اشدُّ نفوذاً من اشعة الضوءِ . وكلّ ما تلقاه في رحاب الفضاءِ مما يعيق مضيّها في سبيلها لا تبلغ ثخانتهُ اكثر من طبقة من الماء سمكها قدم . وهذا جزءٌ يسير جداً مما تستطيع هذه الاشعة ان تخترقهُ . لذلك يرى ادنغتن « ان الاشعة الكونية الاولى لا تزال ماضية في سيرها في رحاب الكون » والاشعة التي تدخل آلاتنا الآن هي مزيج من اشعاع كل العصور . فهذه طاقة اقدم من الارض . ولسنا نعلم كيف كان الكون قبلما بدأ يتمدّد . ولكن ادنغتن يقول ان هذه الاشعة قد تحمل في طيّات امواجها ذكريات تلك الحقب القديمة وقد تبيح لنا هذه الذكريات يوماً ما !!

ولكن كيف تنشأ هذه الاشعة ؟ يشير جينز بيدهِ الى النجوم ويقول هناك تتمزق المادة وتنفصل

(١) عبر الدراهم نظر كم وزنها وما قدرها ومعناها عبر بالياء المثناة

الالكترونات عن البروتونات وتتلاشى متحولة الى طاقة . وهذه الاشعة أثر من آثار الطاقة المنطلقة على أثر الملاشاة . ويعترَض على قولهِ بان للنجوم اجواءً . فالاشعة المنطلقة من قلب الشمس على أثر تلاشي كمية من الالكترونات والبروتونات ، تطول امواجها في سيرها من قلب الشمس الى سطحها فاذا اخترقت جوها ضعفت كذلك وزاد طول امواجها ، فيتعذر عليها — في نظر طائفة كبيرة من علماء الطبيعة — ان تبقى شديدة النفوذ كالاشعة الكونية بعد مرورها في خلال ذلك كلهِ . ويرى الاب لميتر انهُ لا يحتمل وجود مصدر آخر لهذه الاشعة غير النجوم ولكن النجوم كما كانت والكون في طفولتهِ لا كما هي الآن . وقد خطب في مجمع تقدم العلوم البريطاني سنة ١٩٣١ فقال ان النجوم ولدت من دون جوٍ يحيط بها . اما جوّها فقد نشأ بعد انطلاق الاشعة الكونية منها . وقد وقع هذا من نحو ١٠ آلاف مليون سنة . فانطلاق الاشعة الكونية من ابرز ما يحدث لدى تكوّن نجمٍ . وهذا القول يؤيدهُ العالمان زوكي Zwicky وباد Baade وهما من علماء معهد باسادينا بكليفورنيا . فهما يريان ان تولُّد النجوم الجديدة يمكن ان يكون مصدراً للاشعة الكونية

***

على ان الاستاذ ملكن يرى ان الاشعة ليست دليلاً على تلاشي المادة في داخل النجوم بل هي دليلٌ على ان العناصر الثقيلة تتكوَّن في رحاب الفضاء من الايدروجين والهليوم . فقد قال في خطبة لهُ ما ملخصهُ : ان عمل التكوين جارٍ الآن في رحاب الفضاء ولا اريد بالتكوين تكوين العوالم ولا تولُّد الاحياء التي تقطنها بل أُريد تكوين الذرات atoms التي تبنى منها المواد سواء كانت جامدة أو تحركها نسمة الحياة . فان درسي للاشعة الكونية اثبت لي ان وراء النجوم اماكن تتكوَّن فيها اربعة عناصر من جواهر الايدروجين والهليوم وان هذه العناصر هي الاكسجين والمغنيزيوم والسلكون والحديد . واذا كان هذا الفعل جارياً في مكان ما من رحاب الكون فالاشعاع الناتج عن تحول الايدروجين الى هليوم يجب ان يفوق اقوى اشعة غمًّا عشرة اضعاف . اما الاشعاع الناشىء عن تكوُّن الاكسجين والسلكون والحديد فيجب ان يكون اقوى من اشعة الهليوم اربعة اضعاف وسبعة اضعاف واربعة عشرة ضعفاً على الترتيب . اما الاشعاع الناتج من اتحاد الالكترون بالبروتون وفنائهما فيفوق اقوى أشعة غمًّا خمسين ضعفاً . فلما كشفت الاشعة الكونية قيست قوتها فاذا هي تفوق اقوى اشعة غمًّا عشرة اضعاف اي ان الاشعة الكونية تشبه الاشعاع الناتج من تحوُّل الايدروجين الى هليوم . ولم يعثر في الاشعة الكونية على طائفة من الاشعة تماثل قوتها القوة الناجمة من فناء الالكترون والبروتون باندماجهما . وهذا يدلُّ على ان نحو ٩٥ في المائة من الاشعة الكونية ناشىءٌ من فعل اقل عنفاً من فناء الالكترون والبروتون . وقد اثبت الحلّ الطيفيّ ان الايدروجين واسع الانتشار في الفضاء بين النجوم . هذا رأي مِلكن !

غير ان الاستاذ اسكندر دوفيليه Dauvillier الفرنسي لا يذهب الى ابعد من الشمس في تعليل الاشعة الكونية . ورأيهُ هذا من احدث ما قيل فيها . قال : —

ان كهارب سريعة تنطلق من الشمس بسرعة تقارب سرعة الضوء تقريباً فتحدث لدى اصطدامها بذرات الهواء تلك الاشعة التي نحسبها قادمة الينا من رحاب الكون . ومصدر هذه الكهارب البقع اللماعة على سطح الشمس lacunae حيث الحرارة تبلغ نحو سبعة آلاف درجة بميزان سنتغراد . فتنطلق الكهارب بسرعة غير عظيمة اولاً ثم تزداد سرعتها زيادة عظيمة إذ تمرُّ في جوّ الشمس الموجب . وجو الشمس المؤلف من عنصري الايدروجين والكلسيوم في الغالب موجبٌ لان الاشعة التي فوق البنفسجية المنطلقة من قلب الشمس تصدم ذرات هذين العنصرين فتطرد بعض كهاربهما . والذرة اذا فقدت احد كهاربها أُصبحت شحنتها موجبة . ثم اذا اقتربت الكهارب من الارض انجذبت بفعلها المغناطيسي وتجمعت اقواساً . ثم اذا دخلت طبقات الجو العليا أُطارت من ذرات غازاتهِ بعض كهاربها وهذه مصدر الضوء القطبي . فاذا قيست اقواس الاضواء القطبية امكن الوصول بعملية رياضية الى سرعة الكهارب الاولى المنطلقة من الشمس والتي جذبتها مغناطيسية الارض . والظاهر ان سرعتها لا تقلُّ قليلاً عن سرعة الضوء في الثانية . واذاً فهي تصل الأرض في بضع دقائق (يصل النور من الشمس الى الارض في ثماني دقائق وثلاث ثوانٍ) وآثار هذه الكهارب تحيط بالارض من كل النواحي فيبدو للباحث انها تأتينا من نواحي الفضاء على السواء . وقد حسب دوفيليه طاقة هذه الكهارب فوجدها قريبة جداً من طاقة الاشعة الكونية ويرى انهُ من العبث البحث عن تعليل آخر لهذه الاشعة . فهو اذاً يتفق الى حدٍّ ما مع رأي بيكار القائل بتولُّد هذه الاشعة في طبقات الهواءِ العليا وانما يفوقهُ في تعليل تولُّدها تعليلاً طبيعيًّا رياضيًّا

والخلاصة ان مباحث العلماءِ وآراءَهم في طبيعة الاشعة الكونية واصلها غير متفقة الآن وان الوقت لم يئن بعد حتى تبنى نتائج فلسفية عامة تتناول مقامها في الكون

الميكانيكيات الموجية

علم الميكانيكيات في نظر العامة يتناول الآلات وعملها . ولكنهُ في معناهُ العلمي الصميم فرع من فروع المعرفة غايتهُ تحقيق حركة الاجسام حين تسيطر عليها قوى خارجية تحركها . قد توهمك المجلدات الضخمة التي تنطوي صفحاتها على المعادلات والمباحث التي تبسط تلك مبادىء هذا العلم انهُ يشبه الرياضيات المجردة كالجبر وحساب التمام والتفاضل في دقتهِ وتطبيق المنطق الرياضي على مقدماتهِ ومستنتجاتهِ . والحقيقة انهُ ليس كذلك . اذ يتعذر على علم الميكانيكيات ان ينبئ بالنواميس التي تنطبق على القوة والحركة من غير تجربة او امتحان . اي يتعذر على العالم بهِ ان يستنتجها استنتاجاً كما يفعل في الارقام والمعادلات الحسابية والجبرية . وهذه الحقيقة تعلل تأخر علم الميكانيكيات عن مجاراة غيرهِ من العلوم الدقيقة في ميدان الارتقاء

وليس هذا المجال لتبيان نشأة المبادىء التي بني عليها صرح الميكانيكيات القديم من اربعة قرون . ولكن يجب الاَّ ننسى ان هذه المبادىء لم تكن الاَّ تعميمات مبنية على الملاحظات والمقاييس المختلفة وانها لذلك عرضة للتنقيح والتغيير ، اذا قضى بهما اتساع معارفنا واتجاهها في اتجاهات علمية جديدة

وليس مذهب اينشتين والميكانيكيات الموجية الجديدة الاَّ مثالين بارزين لهذا التنقيح الذي حملنا ارتقاء العلوم الطبيعية على اجرائهِ في المبادىء التي يقوم عليها علم القوة والحركة

اما الحقائق الطبيعية الجديدة التي تثير اعظم جانبٍ من الدهشة والحيرة فهي التي نجمت عن مباحث بلانك اولاً واينشتين ثانياً في « مقادير » النور . فلما تمكن العلماء من التعمق في درس اشعة اكس وطبيعة امواجها اعترفوا ان مذهب الكونتم (المقدار) مذهب اساسي في علم الطبيعة . ولكن اعترافهم هذا اوقفهم حينئذٍ موقف حيرة واضطراب . فكتب الدوق ده برولي سنة ١٩٢٢ : « ان الذرات السلبية التي لها سرعة معينة تحمل في طياتها شيئاً يسمح لنا ان نتبيَّن فيها نبضاً موجيًّا . مع ان اشعة اكس الموجية تحمل شيئاً يظهر في شكل من القوة خاص بالذرة دون غيرها » واذا حوّلنا هذهِ العبارة العلمية الى كلام عادي مفهوم قلنا ان الذرات تتصرف احياناً كامواج وان الامواج تتصرف احياناً كذرات . ولكن هذا التناقض كان حينئذ سرًّا لا يدرك كنههُ فختم ده برولي بقوله « ان طبيعيات الاشعاع ، لا تخضع اليوم لاية محاولة يقصد بها تركيبها تركيباً علميًّا » Synthèse

«فالميكانيكات الموجية » حققت لنا هذا التركيب العلمي الذي كان يحسب مستحيلاً سنة ١٩٢٢

فلننظر قليلاً في الطريقتين المعروفتين اللتين تستطيع بهما قوة من القوى ان تؤثر بها في جسم بعيد عنها . ولنتصور اولاً تياراً من المقذوفات منطلقاً في جهة معينة من احد مصادر الطاقة . فهذه المقذوفات ، جرياً على قواعد الميكانيكيات القديمة يجب ان تتحرك في خطوط مستقيمة حركةً متسقة . فاذا اصابت جداراً قائماً في طريقها فيهِ ثقب ، تخطتهُ المقذوفات التي تقع خطوط مسيرها

في ثقب الجدار متابعة سيرها في خط مستقيم حتى تصل الى هدفها فتحدث فيه ثقباً مماثلاً لثقب الجدار . وأما المقذوفات الاخرى فانها تصطدم بالجدار وتقف عنده او ترتد عنهُ

وعلى الضد من ذلك لنفرض ان من المصدر نفسه ينطلق اضطراب يستطيع ان ينتقل كما تنتقل الامواج في بركة من الماء عند رمي حجر فيها . فالذي يحدث هنا يختلف كل الاختلاف عما يحدث حين انطلاق المقذوفات المادية الدقيقة المذكورة آنفاً . ان موجة الاضطراب تسير نحو الهدف فيمرُّ جانب منها في ثقب الجدار عند الاصطدام بهِ وبعد مروره يحدث في جانبهِ الآخر سلسلة اخرى من الامواج المتتابعة حتى تصل الى الهدف . ويعلم الطبيعيون ان في الاحوال الموافقة ترتسم حلقات متمركزة على الهدف اذا كان ستاراً ، يستطاع تعيين مواقعها وبُعد احداها عن الاخرى بالحساب

لنرجع الآن الى الميكانيكيات الموجية . فمن الطبيعي اننا لا نستطيع ان نبسط في صفحة او صفحتين مذهباً علميًّا جديداً مجرداً يستند الى مذهب اينشتين في النسبية العامة وكان من اثر ظهوره حمْلُ العلماء على القيام بأدق المباحث الرياضية المجردة . ولكن ما يستطاع قوله في كلمتين هو هذا : انهُ مذهب يقرب ويجمع بين المبادىء الاساسية التي تقوم عليها طبيعة النور وطبيعة المادة وهما المادتان الاساسيتان في كل بحث علمي عملي . فهو يحسب كل ذرة مادية مقذوفة دقيقة ترشدها في حركتها او تصحبها «موجة مرشدة» . وانتقال هذه الموجة في الفضاء يعيّن المسير الذي تتبعهُ المقذوفة في انطلاقها . وكذلك نرى ان حركة كل جسم لها وجهتان — وجهة انطلاقهِ كمقذوفة ووجهة انتقاله كموجة

فلنأخذ الآن ثلاثة امثلة لايضاح ما تقدم . الاول كرة مدفع وزنها مئات من الكيلوغرامات . والثاني : كهرب لا يزيد جرمهُ على جزءٍ من الفي جزء من ذرة الايدروجين وهو اخف الجواهر المعروفة . والثالث جوهر من النور (الفوتون) وهو لا يزال في حيّز النظر العلمي

اما الكرة فترشدها في الحقيقة موجة ولكن هذه الموجة لصغرها تسمح للمقذوفة في الخضوع لقوانين الميكانيكيات القديمة في انطلاقها من غير ان يظهر اي اثر للموجة في حركتها

اما الكهرب الذي ينطلق بسرعة عظيمة يستمدها من ضغط كهربائي عالٍ فيماثل موجة طولها كطول موجة من اشعة اكس . هو مقذوفة مادية دقيقة ولكن له صفات الموجة في آن واحد . ومن مظاهر صفاتهِ الموجية خضوعهُ لناموس التفرق في احوال معينة

اما جوهر النور او الفوتون فهو مقذوفة فقدت كل صفاتها كمقذوفة مادية تقريباً (الا في فعلها الكهرنوري الذي يثبت ان لها فعلاً كفعل الذرات المادية) وأصبحت وا كثر صفاتها موجية

فالكهرب المتحرك هو الذي يمثل المذهب الجديد اوضح تمثيل . لان حركتهُ بحسب الميكانيكيات القديمة يجب ان تتبع النواميس التي تخضع لها المقذوفات المادية ، كالقنابل ، ولكنهُ خاضع كذلك للميكانيكيات الموجية ويتصف بصفات تجعله قريباً من موجة من النور

ولقد أشار البرنس ده برولي — نائل جائزة نوبل الطبيعية سنة ١٩٢٩ — الى هذه النتائج في

مذكرتهِ التي قدمها الى اكادمية العلوم بباريس في خريف سنة ١٩٢٣ ولكنها لم تثبت بالامتحان الاّ بعد انقضاء اربع سنوات عليها . ذلك انعالمين اميركيين دافسن وجرمر ايّداها من غير ان يقصدا. كانا يجهلان مذهب ده برولي الجديد وكانا يبحثان في ظاهرة طبيعية اخرى فعثرا على ظاهرات جديدة ادهشت الذين اطلعوا عليها وحيرتهم حتى رأوا تعليلاً لها بمبادىء الميكانيكيات الموجية

وقد تقلبت الاحوال على هذا المذهب الجديد من ساعة صدوره بين رفع وخفض ونقد وتأييد . حتى الاستاذ لورنتز العالم الطبيعي الكبير المشهور بزكنهِ لم يرَ له مستقبلاً . مع ان اينشتين ادرك في الحال فائدتهُ . ثم انقضت سنة او سنتان قبلما اخرج الاستاذان هيزنبرج وشرويدنغر مذهبهما الجديد في بناء الذرَّة الموجي فبنياه على اعتبارات مؤسسة على المعادلات والاستنتاجات التي يحتوي عليها مذهب ده برولي . فصار لا مندوحة من اعتراف العلماء بأن تحت هذا المظهر الرياضي الصعب يختبىء معنى طبيعي عظيم . ثم ظهرت في اميركا نتائج الامتحانات العملية (تجارب دافسن وجرمر) التي ايدتهُ سنة ١٩٢٧ . هذا فيما يتعلق بالالكترون ! فماذا يقال عن البروتون ؟

في آخر دسمبر من كل سنة يلتئم مجمع تقدُّم العلوم الاميركي فيحضر اجتماعاتهِ طائفة من اكبر علماءِ الولايات المتحدة الاميركية وأساتذتها . وللمجمع جائزة مالية سنوية تمنحها لجنة خاصة من العلماء لصاحب الرسالة العلمية الذي يصف فيها بحثاً علميًّا مبتكراً يوسع نطاق العلم او يضيف شيئاً جديداً اليهِ . وقد منحت جائزة سنة ١٩٣٠ للدكتور دمستر الاستاذ بجامعة شيكاغو لاكتشاف طبيعي — اذا تأيَّد — كان من المكتشفات التي لها مقام خطير في الطبيعيات النظرية الجديدة

فقد مرَّ بنا ما هي « الميكانيكيات الموجية » التي خلقها البرنس لوي ده برولي خلقاً نظريًّا — فنال على ذلك جائزة نوبل الطبيعية — ثم أيَّدتها التجارب التي قام بها دافسن وجرمر الاميركيان وطمسن الصغير الانكليزي (نجل السر جوزف طمسن) وهيزنبرج الالماني وغيرهم . وخلاصتها ان طبيعة المادة كانت في نظر علماءِ الطبيعة تختلف عن طبيعة الضوءِ وما اليهِ من ضروب الاشعاع . ولكن البرنس ده برولي اثبت بالحساب الرياضي ان ذرات المادة المتناهية في الدقة كالكهارب — تتصرف تصرُّف امواج الضوءِ في كثير من الاحوال

أما الدكتور دمستر فقد وصف في رسالتهِ — الفائزة بجائزة مجمع تقدم العلوم الاميركي — بعض التجارب التي جرَّبها في معمله الطبيعي بجامعة شيكاغو مستعملاً فيها تيَّاراً من البروتونات بدلاً من تيّار كهارب . فثبت لهُ ان البروتون يتصرف تصرف موجة ايضاً في بعض الاحيان ، كالكهارب . ولا يخفى ان معظم وزن الذرة في بروتوناتها . فوزن البروتون في جوهر الايدروجين يفوق وزن إلكترونهِ نحو ١٨٥٠ ضعفاً . فاذا تأيَّدت النتائج التي وصل اليها الاستاذ دمستر كان الكشف عنها خطوة كبيرة الى الامام في الطبيعيات الجديدة لأنها تؤيد المذهب الجديد في بناء المادة

الاضداد في الطبيعة

العقل الانساني مولع بالمفاضلة . فيتجشم الناس مشاق الاسفار ليروا اعلى الجبال او اكبر المباني او اروع مشاهد الغروب او اقدم الآثار او للاجتماع بأعظم المعاصرين . ألا يذكر كل قارئ شعوره لما قيل لهُ في صغره بأنهُ سوف يرى أضخم الفيلة او اصغر الاقزام او اقوى المصارعين . ثم اذا قرأنا الصحف أعجبنا اشدَّ الاعجاب بما ترويهِ عن اسطع المنائر التي تبلغ قوة ضوئها ملايين من الشموع ، واصغر المصابيح الكهربائية حتى ليستطيع الجرّاح ادخالها من ثقب دقيق الى جمجمة الرأس في اثناء عملية جراحية ، واطول الجسور وادق الاسلاك واضخم البلونات واسرع السفن وما الى ذلك . ان الاشياء العادية لا تسترعي انتباهنا ولكنها اذ شذَّت عن المستوى العادي نبهت فينا عناية خاصة بها

والطبيعة اغدقت على الانسان هباتها متباينة الصفات والخواص ، فمهَّد العلم للانسان سبيل تعديل هذه الخواص وجعلها ملائمة لاغراضهِ . فاذا كان صانع الساعات يطلب زنبلكاً شديد المرونة جعل همهُ ان يعرف ما العناصر او المركَّبات التي يستطيع ان يستخدمها لصنع هذا الزنبلك وكيف يعالجها لتتصف بالصفات المطلوبة . كذلك المهندس الذي يطلب كرات دقيقة لمحاور العجلات ، والطبيب الذي يبحث عن علاج لمريض . كلهم يطلب افضل ما يمكن لتأدية غرضهِ . واذاً فرغبتنا الفطرية في المفاضلة بين الاشياء تذكيها مطالب الحضارة . والبحث في الاضداد — في اصغر الاشياء واكبرها : أثقلها وأخفها ، اغلاها وارخصها ، اكثرها قابلية للمدّ والانطراق وأقلها ليناً ومرونة ، اعلى درجات الحرارة وادناها — ليس الغرض منهُ اكفاء الميل الفطري فقط بل هو من امتع ما يعنى بهِ الباحثون وتفسح لهُ المجلات العلمية صفحاتها

﴿ ما أثقل المواد ﴾ لا بدَّ من التدقيق في الاجابة عن هذا السؤال لان المواد الثقيلة في الطبيعة كثيرة والفروق بينها دقيقة . ولا ريب في ان اثقل المواد يجب ان يكون من الجوامد ، لان الجوامد ، تحتوي عادة على المادة في اكثف حالاتها . فثمة صخور ومعادن كثيرة مشهورة بثقلها ولكن يندر بينها ما يزيد وزن بوصة مكعبة منهُ على سبعة اضعاف ما تزنهُ بوصة مكعبة من الماء[1] ولكن الفلزات metals التي يزيد وزنها النوعي عن ١٠ كثيرة ولا تقل عن ١٧ فلزاً .

---

(١) تعرف هذه الصفة بالثقل النوعي او الوزن النوعي . وهو النسبة بين وزن جسم من حجم معين ووزن جسم من الماء من الحجم عينه . فاذا قيل هذه المادة يبلغ ثقلها النوعي ١٠ عني ان مقداراً منها يزن عشرة اضعاف مقدار يماثله من الماء

وقد جرت العامة على قولها « اثقل من الرصاص » اذا شاءت ان تصف جسماً ما بالثقل العظيم.لان العامة خبرت ثقل الرصاص النوعي في كثير من معاملاتها اليومية . ولكن الرصاص يبعد عن ان يكون اثقل الفلزات . فالذهب والزئبق والبلاتين والتنتالوم والتاليوم والثوريوم والتنغستن والاورانيوم تفوقهُ جميعاً في وزنها النوعي . وفي اختيار اثقل هذه الفلزات ، يجب ان نعنى عناية خاصة بتحضير النماذج المستعملة اساساً للمقابلة . فالذهب اذا نقي في فراغ كان وزنهُ النوعي ١٨ر٨٨ ولكنهُ اذا مُدَّ بعد احمائهِ بالنار وسقيهِ بالماء اصبح ١٩ر٢٦ . كذلك الذهب الزهر وزنهُ النوعي ١٩ر٣ ولكنهُ اذا كان مطرَّقاً زاد وزنهُ النوعي قليلاً . واذن فالمقابلة يجب ان تتم بين نماذج حضّرت بطريقة واحدة . واثقل الفلزات التي يتناولها الناس عادة هو عنصر البلاتين ويتباين وزنهُ النوعي من ٢٠ر٩ الى ٢١ر٧ . يشبههُ في ذلك الأسميوم والاريديوم وهما من الفلزات غير المشهورة . وكلاهما اثقل من البلاتين قليلاً . فوزن الاسميوم النوعي يتباين من ٢١ر٣ الى ٢٤ فاذا كان في اكثف ما يكون عليهِ كان اثقل المواد على سطح الارض

﴿ ما أخف المواد ﴾ لقد بحثنا عن اثقل المواد بين المعادن والفلزات فيجب أن نبحث عن اخفها بين الغازات لانها تحتوي على المادة في ألطف اشكالها . تقول العامة « اخف من الريشة » ولكن خفة الريشة اذا قيست بخفة بعض الغازات كانت كبعض المعادن ازاء الماء . ولا يخفى ان الريشة اثقل من الهواء ، ومهما يضرب المثل في الشعر العربي بها في عدم الاستقرار ، فلا بدَّ ان تهبط الى الارض . ولكن بعض الغازات اخف من الهواء فاذا اطلقت فيهِ ارتفعت بدلاً من ان تهبط الى سطح الارض وقد جرى العلماء لدى الكلام في الغازات على المقابلة بين مقدار من الغاز بمقدار مثلهِ من الهواء . وكل غاز اخف من الهواء تكون كثافتهُ اقل من ١ لان هذا الرقم هو الممثل لكثافة الهواء. فالاسيتلين والامونيا واكسيد الكربون الاول والنيون والنتروجين والهليوم اخف من الهواء . اما الثلاثة الاولى فمركبات . واما الثلاثة الاخيرة فعناصر . وتبلغ كثافة عنصر الهليوم ١٣٨ر٠ فهي اقل من سبْع كثافة الهواء ومع ان الهليوم خفيف جداً لا يمكننا بحال من الاحوال ان نحسبهُ اخف المواد على سطح الارض . ذلك اننا اذا اخذنا لتراً من الايدروجين ووزناهُ واخذنا لتراً من الهليوم ووزناهُ وجدنا ان وزن الايدروجين نحو نصف وزن الهليوم . فيصحُّ ان نحسب الايدروجين اخف المواد التي نتناولها . ولكن لا يصحُّ ان نقول انهُ اخف المواد على سطح الارض لان المشتغلين بالاشعة المولّدة للكهارب في فراغ الانابيب العلمية يتناولون تيارات من الكهارب ، وهذه التيارات لا بد ان تكون اخف من الايدروجين لان كل الكترون ليس الاَّ جزءاً من ذرة الايدروجين

وقد طبق ما عرف عن اخف العناصر تطبيقاً عمليًا في شؤون الملاحة الجوية . فتملأُ البلونات — مثل غراف تسبلين واكرون — بالايدروجين تارة وبالهليوم اخرى . وقوة الايدروجين على رفع الاجسام عن سطح الارض غريبة . فالانسان لا يستطيع ان يرفع نفسهُ اكثر من ست اقدام وثماني

بوصات في الهواء . وهو الرقم القياسي في القفز العالي ومع ذلك لابد لهُ من قوة عضلية ومرانة وخفة لبلوغهِ . والذين بلغوهُ نوادر . اما الايدروجين فيرفع جسماً ثقيلاً عن الارض لخفتهِ . فاذا ملأت بلوناً بما وزنهُ رطل من الايدروجين رفع ثقلاً وزنهُ ١٤ رطلاً . ولكنهُ شديد الالتهاب . لذلك يمنع التدخين في البلون غراف تسبلن في اثناء الطيران وعلى مقربة منهُ في حظيرتهِ . ومردُّ طائفة كبيرة من الكوارث التي اصابت البلونات ، الى شدة التهاب الايدروجين . اما الهليوم فأثقل وزناً من الايدروجين ولكنهُ لا يلتهب . وقد كانت اكبر مصادره — حتى عهد قريب — في الولايات المتحدة الاميركية فاستعملتهُ حكومتها في ملء بلوناتها الحربية ومنعت اصدارهُ من بلادها

﴿ ما اقسى المواد ﴾ لا بدّ من تعريف « القساوة » ثم البحث عن اسلوب لقياسها ، قبل البحث عن المواد المتصفة بها . فاذا قال احد المهندسين ان هذا الفلز أو ذاك قاسٍ فقد يفسّر قولهُ بمعانٍ كثيرة . فاذا قال ان كرات العجلات في هذه الماكنة مصنوعة من فلزّ صلب عنى انها وهي مزيتة لا تتآكل بسرعة في اثناء دوران العجلة وفرك السطوح المعدنية الملامسة لها ، واذا اشار الى الصلب الذي تصنع منهُ الخطوط الحديدية بأنهُ صلب قاسٍ قصد انهُ لا يتآكل بسرعة من سير العجلات عليهِ من دون تزييتهِ . واذا تكلم على قساوة الفلزات في آلةٍ معدة لتحطيم الحجارة عنى مقاومتها « للهرش » في اثناء هذا العمل . فاذا وصف بالقساوة فلزاً معدًّا للقطع عنى بذلك مقدار ما يلقاهُ الصانع من الصعوبة في قطعهِ . وكل واحدة من هذه الصفات تختلف عن الاخرى وكلها تعرف باسم عام هو القساوة Hardness

فاختيار وسيلة لقياس قساوة المواد للموازنة بينها يكاد يكون متعذراً . ولكن المهندسين جروا على تعريف القساوة بمقدار ما تحدثهُ آلة مقسّاة تقسية خاصة في مادة ما اذا ضغطت عليها ضغطاً معيناً . وطريقة « برينل » تستعمل كرة من الصلب قطرها عشرة ملليمترات . فتوضع تحتها المادة التي يراد قياس قساوتها وتضغط هذه الكرة عليها ضغطاً معيناً ثم ينظر في ما احدثتهُ الكرة في المادة من أثر . وقد يستعمل بدل الكرة مخروط صغير من الصلب او مطرقة ذات وزن معين تهبط من علوّ معيّن ثم يقاس مقدار ارتدادها . وغير ذلك . وهذه الوسائل كلها تمكن الباحثين من الموازنة بين قساوة المواد المختلفة بالمعنى الخاص بها دون غيره . لأنهُ قد تكون المادة قاسية جدًّا ولكنها قابلة للانكسار فاذا ضغط عليها المخروط الفولاذي او سقطت عليها المطرقة تشعثت أو تحطمت

اما المعدّن فتهمّهُ الموازنة بين قساوة المعادن Minerals ولذلك يستعمل سكيناً او مبرداً مصنوعاً من مادة قاسية فيخدش المعادن بقوة معينة ثم يقيس الخدش وبذلك يوازن بين قساوة المواد المختلفة . واقسى المعادن في الطبيعة هي الماس فالياقوت الازرق فالياقوت الاصفر فالمرو او البلور الصخري (الكوارتز)

ولكن ثمة امكان صنع مواد اقسى من الماس . فدرجات الحرارة العالية التي يمكن بلوغها في الاتاتين الكهربائية مهدت السبيل لصنع مواد قاسية جداً وهي مركبة في الغالب من عناصر الكربون والسليكون والبورون وبعض الفلزات. واشهر هذه المواد « الكربورندم » وهو كاربيد السليكون ويصنع باحماء مزيج من الكربون والسليكون في أتون كهربائي على درجة عالية من الحرارة . وقساوتهُ تكاد تساوي قساوة الماس . ويستعمل في الصناعة لصقل الادوات المعدنية والفلزية القاسية . وقد صنعت مركبات السليكون والكربون والبور هذه من عناصر الالومنيوم والكلسيوم والفناديوم والتيتانيوم والزركونيوم والمولبدينوم والتنغستن والتنتالوم والكروميوم فجاءت شديدة القساوة . وثمة مركب « كربيد البور » وقد قيل انهُ يصلح لصقل الماس . والمرجح ان صنع مادة اقسى من الماس لم يحقق بعدُ

والماس مشهورٌ على انهُ من الحجارة الكريمة ولكن نصف ما يستخرج منهُ من المناجم يستعمل في الصناعة في صقل الاجزاء الفلزية في الآلات الدقيقة كالساعات والمقاييس العلمية . ثم ان غبار الماس يستعمل في قطع الحجارة الكريمة وصقلها . واشهر البلدان التي يستخرج الماس منها بلاد جنوب افريقية اذ يستخرج من مناجمها ٩٥ في المائة من الماس المستخرج في العالم . اما اكبر حجارة الماس التي وجدت فهو ماسة كولينان وكان وزنها لما وجدت ٣١٠٦ قراريط وماسة كوهي نور ووزنها الآن بعد صقلها مائة قيراط

❁ ما اكثر المواد قبولاً للمدّ ❁ مدَّ الحبل ومدَّ بهِ مطلهُ . والمدُّ في علم المعادن قابلية الفلز لان يُمدَّ او يسحب سلكاً طويلاً . ويكاد يلازم هذه الصفة قابلية الفلز للانطراق رقوقاً

وهاتان الصفتان تمتاز بهما الفلزات . وفي تعيين اي الفلزات اشد قبولاً للمدّ والانطراق يجب ان نراعي صفاء الفلز من الشوائب وطريقة تحضيره . فوجود شوائب في الفلز يجعلهُ اشد قبولاً للتكسّر . ولنا في عنصر التنغستن ابلغ مثل على ذلك ، وهو الفلز الذي تصنع منهُ اسلاك المصابيح الكهربائية . فلما حاول الباحثون صنع اسلاك المصابيح منهُ ، وجدوهُ يتكسر بين ايديهم فلا يستطيعون مدَّهُ اسلاكاً . ولكن لما حضّر تحضيراً صفّاهُ من الشوائب ، وعولج بالنار معالجة خاصة ، اصبح يسهل مدّهُ اسلاكاً دقيقة كما نرى في المصابيح الكهربائية

لذلك يعتقد العلماء ان الفلزات التي تحسب قاسية متكسرة تصبح مرنة قابلة للمدّ والطرق اذا صفّيت من شوائبها وحضّرت التحضير الموافق لها

وقد يحدثُ احياناً ان بعض الشوائب يجعل الفلز اشدَّ مرونة منهُ اذ خلا منها . فالحديد المطرَّق، مثلٌ يضرب بين الفلزات في الطراوة والقساوة والمرونة وقابلية المدّ . وذلك لانهُ يحتوي على مقدار معين من الكربون والفصفور مع ان هذه الشوائب في الحديد تجعلهُ قاسياً وقابلاً للتكسر بوجهٍ عام

ومن المجمع عليهِ الآن ان الذهب فالفضة فالنحاس اكثر الفلزات قبولاً المدّ والطرق ويليها القصدير والبلاتين والرصاص والزنك الحامي

فالذهب ينزل من هذه القائمة في الرأس ، لانهُ مدّت منهُ اسلاك دقيقة لا ترى الاَّ بالمجهر . ويقال ان غراماً من الذهب مدَّ سلكاً طولهُ ٣٠٠٠ متر . فاذا صحَّ ذلك فاوقية الذهب تمدُّ سلكاً طولهُ خمسون ميلاً . وقد طرق الذهب اوراقاً رقيقة حتى ان ١٥٠٠ ورقة منهُ لا تزيد كثافتها على كثافة صفحة من هذا الكتاب ، فاذا جمعنا منها ٣٠٠٠٠٠ ورقة لم يزد علوها عن بوصة واحدة . واذا اخذنا اوقية من الذهب وطرقناها كما تقدم بلغت مساحتها ١٨٩ ميلاً مربعاً . اما الورق الذهبي المستعمل في التجارة في صناعة التجليد والتذهيب فيحتوي كذلك على النحاس والفضة. والغرض من اضافة هذين العنصرين تحسين اللون وتقوية الورق حتى يستطاع تناولهُ في الاعمال من دون تفتيتهِ

اما عنصر التنغستن فيباري الذهب في ذلك ولكنهُ لا يساويهِ . فقد حضّر حديثاً خالياً من كل شائبة وعولج بالنار فامكن مدّهُ سلكاً قطرهُ خمسة اجزاءٍ من الف جزءٍ من المتر او $\frac{1}{25}$ من ثخن شعرة الانسان واثخن قليلاً من ادق اسلاك الذهب . وقد تسفر موالاة البحث في التنغستن عن امكان مدّه اسلاكاً ادق من اسلاك الذهب

﴿ ما اعلى درجات الحرارة ﴾ ونقصد هنا اعلى درجات الحرارة التي بلغها الانسان بوسائله الصناعية. والطريقة العادية التي يجري عليها الانسان لتوليد درجات الحرارة العالية هي اشعال وقيد جامد مثل الفحم او « الكوك » (وهو الفحم الحجري الذي طار غازهُ منهُ) في الهواءِ . واستعمال هذه الطريقة تمكننا من توليد حرارةٍ تبلغ نحو ٧٠٠ درجة بميزان سنتغراد (مئوية) وهي كافية لصهر القصدير والرصاص والزنك . وقد تولّد حرارة تبلغ ١٢٠٠ درجة مئوية اذا استعمل تيار جاف وهي كافية لصهر النيكل والحديد . فاذا اردنا ان نولد حرارة اعلى مما تقدم سحق الوقيد ثم ادخل الى الاتون في تيار من الهواءِ فيتكوَّن من دقائق الوقيد وجزيئات الهواءِ مزيج يولّد لدى احتراقهِ حرارة درجتها ١٦٠٠ مئوية وهذا الاتون يستعمل في صنع الاسمنت . فاذا شئنا المزيد ابدلنا الهواء في مزيج الوقيد والهواءِ بغاز اكسجين فنجتنب فعل نتروجين الهواءِ الذي لا يشتعل وتبلغ الحرارة نحو ٢٠٠٠ درجة مئوية . فاذا استعمل غاز مشتعل مع الاكسجين كالايدروجين مثلاً تولدت حرارة هي اعلى حرارة نستطيع توليدها من وقيد مشتعل وتبلغ ٢٨٠٠ درجة مئوية . وقد استنبطت حديثاً وسيلة لتجزيء غاز الايدروجين واستعماله مجزءًا في توليد الحرارة فولدت حرارة بلغت ٣٨٠٠ درجة . وهذه الحرارة كافية لصهر او تبخير كل مادة ارضية معروفة الاَّ الكربون والمادة الصناعية الجديدة وهي كربيد التنتالوم .

***

وقد شاع حديثاً استعمال الاتون الكهربائي .ومبدؤهُ تحويل الطاقة الكهربائية الى حرارة بامرار

تيارها في مادة مقاومة له . فاذا لفَّ سلك حول قضيب فلزي وأُمِرَّ تيار كهربائي في السلك تولدت حرارة تبقى آخذةً في الارتفاع حتى تبلغ درجة يلين عندها الفلز . فاذا استعملت اخلاط النيكل والكروم امكن الحصول على حرارة تبلغ درجة ١٠٠٠ بميزان سنتغراد . واذا استعمل سلك مصنوع من عنصر المولبدنوم او التنغستن بلغت ١٦٠٠° ، وثمة نوع آخر من الاتاتين الكهربائية مبني على استعمال مبدإ النور القومي فيمرّ التيار الكهربائي في أنبوب يحتوي على حبيبات من الكربون وهي شديدة المقاومة لمرور التيار فترتفع الحرارة حتى لقد تبلغ درجة ٣٥٠٠ الى ٣٦٠٠ درجة مئوية وفي هذه الاتاتين تصنع مادة الكربورندم التي ذكرناها في المواد القاسية . ولكن يؤخذ على هذه الطريقة عجزنا عن السيطرة عليها وتباين درجات الحرارة في أحوال متماثلة . وهناك انواع اخرى من الاتاتين الكهربائية نضرب عنها صفحاً

وقد حاول بعض العلماء من عهد قريب ان يجمعوا حرارة الشمس في نقطة معينة باستعمال عدسات ومرايا مختلفة وقد بلغت اعلى درجات الحرارة التي بلغوها بهذه الطريقة ٣٠٠٠ درجة مئوية وقد يسفر البحث في هذه الناحية في بضع السنوات المقبلة عن بلوغ درجات من الحرارة اعلى جداً مما بلغناهُ حتى الآن

***

اما قياس الحرارة في درجاتها العالية فمسألة ذات شأن . فنحن قد اعتدنا استعمال الميزان الزئبقي (ميزان الحرارة الذي يستعملهُ الاطباء في قياس حرارة المرضى او ما هو مبنيٌّ على مثاله) لما ثبت لنا من صحة الاعتماد عليهِ . ولكن اذا بلغت الحرارة ٥٠٠ درجة مئوية وجب البحث عن مقياس آخر . وقد عمد الطبيعيون الى الغازات فانهم يعلمون انها تتمدد تمدُّداً معيناً محدوداً بارتفاع حرارتها فبنوا على هذا المبدأ مقاييس غازية لقياس درجات الحرارة . وقد تملأ الانابيب المستعملة لهذا الغرض بالايدروجين او الهليوم او النتروجين او الارجون ثم يعين ارتفاع الحرارة بمقدار زيادة ضغط الغاز او بمقدار تمدّده . والظاهر انها بسيطة التركيب دقيقة القياس وسهلة التناول

وقد صنعت مقاييس كهربائية ولكنها معقدة التركيب ويحتاج العامل الى براعة خاصة لكي يحسن استعمالها . ومع ذلك فهذه الطرق كلّها لا تصلح لقياس اعلى درجات الحرارة . لانهُ اذا زادت درجة الحرارة عن ١٧٧٤ درجة مئوية — وهي درجة انصهار البلاتين — اصبحت كل هذه المقاييس المبنية من مواد اقل صلابة من البلاتين ، لا تصلح لانها تلين وقد تصهر قبل بلوغ هذه الدرجة

لذلك بنوا مقاييس تعرف « بالمقاييس الضوئية » ولا نستطيع ان نتبسط في وصفها هنا انما المبدأ الذي تقوم عليهِ هو انهُ كلما ارتفعت الحرارة تغير لون الاشعة المنبعثة منها ، أي تغير طول امواجها . فاذا تبيّنا اللون او قسنا طول الاشعة استطعنا تقدير درجة الحرارة التي انبعثت منها هذه الاشعة . على ان اعلى درجات الحرارة التي بلغها الانسان باستعمال اصناف الوقيد المختلفة وبناء

الاناتين الكهربائية ، ليست شيئاً يذكر ازاء حرارة الشمس اذ يقدر علماء الفلك الطبيعي (Astrophysics) حرارتها بـ ٤٠ ٠٠٠ ٠٠٠ درجة مئوية !

﴿ ما أدنى درجات البرد ﴾ ان توليد درجات البرد الشديد يقوم على ازالة حرارة الاجسام بوسائل مختلفة . وأشهر هذه الوسائل هي المستعملة في صنع (الجلاته او الدندرمة) اذ يؤخذ المزيج الذي يراد تجميده ويوضع في وعاء من الالومنيوم مثلاً يحيط به وعاءٌ خشبي آخر اكبر منهُ وبين جداري الوعائين يوضع مزيج من الجمد (الجليد) والملح . والجمد في ذوبانهِ يمتص كثيراً من الحرارة. ولما كان المعدن اكثر ايصالاً للحرارة من الخشب ، فالجليد يمتص من المزيج في الوعاء المعدني اكثر مما يمتصهُ من الهواء خارج الوعاءِ الخشبي . ويمكن الهبوط بالحرارة ، بهذه الطريقة ، الى ٢٠ او ٢٥ درجة مئوية تحت الصفر . فاذا استعمل ثاني اكسيد الكربون الثاني المتجمد بدلاً من جمد الماء بلغت البرودة ٥٠ تحت الصفر ، واذا صبّ سائل طيّار على جمد اكسيد الكربون الثاني هبطت الحرارة الى ٧٧ تحت الصفر

ثم هناك طريقة اخرى لتوليد برد اقوى من البرد المولّد بالطريقة المذكورة سابقاً . ذلك ان بعض الغازات يؤخذ ويضغط ضغطاً شديداً ، ثم يبرّد الغاز المضغوط باحدى الطرق المذكورة آنفاً ، ثم يرفع الضغط فجأة ، فتتمدّد الغازات وفي تمددها تمتصُّ حرارة . فاذا احيطت الأنابيب التي يتمدد الغاز فيها فجأة بسائل ما امتصّ الغاز الحرارة من السائل فتهبط حرارة السائل هبوطاً عظيماً وهي الطريقة المستعملة لصنع الثلج الصناعي — وهو في الواقع ليس ثلجاً وانما هو جمد أو جليد

فاذا رتبت الانابيب التي يضغط فيها الغاز بشكل دوائر متمركزة ؛ وفتح اولاً صمّام دقيق ليخرج منهُ مقدار ضئيل من الغاز لكي يتمدّد ، ثم قفل الصمام ، تمدّد ذلك الغاز وفي اثناء تمدده يمتص الحرارة من باقي الغاز الذي لم يتمدد . ثم يفتح الصمام ثانية ويخرج مقدار آخر فيتمدد ويمتص الحرارة في اثناء تمدده من الغاز الباقي ، وهكذا رويداً رويداً الى ان يبقى مقدار قليل من الغاز وقد هبطت حرارته حتى اصبح سائلاً . وهكذا تسيل الغازات . ومختلف الغازات تسيل على درجات مختلفة من البرودة . فالاكسجين السائل اذا بلغت حرارته ١٨٢٫٥ تحت الصفر تحوّل غازاً والنتروجين السائل اذا بلغت حرارته ١٩٥٫٨ تحت الصفر تحوّل غازاً والايدروجين السائل اذا بلغ ٢٥٢٫٧ تحت الصفر تحوّل غازاً — وهو ما يعرف بدرجة الغليان لسائل الغاز . فاذا غلت هذه السوائل تحت ضغط عظيم زاد بردها وقد تتحول الى جوامد . فدرجة غليان الهليوم السائل ٢٦٨٫٩ تحت الصفر ودرجة ذوبان الهليوم الجامد ٢٧٢٫٢ تحت الصفر . وهي أدنى درجات البرد التي بلغ اليها العلماء

عنصر الهليوم وخواصه

ان تاريخ الكشف عن عنصر الهليوم حافلٌ بأمور تملك الدهشة والاعجاب . ففي اثناء الكسوف الذي وقع سنة ١٨٦٨ لاحظ جانسن Jansen ولُكيَر Lockyer ان الطيف المشاهد للضوء الآتي من اكليل الشمس يبدو فيهِ خط اصفر لامع من اصل مجهول . ثم ثبت أن هذا الخط — والخطوط التي ترافقه — يبدو في طيوف كثير من النجوم ، علاوة على طيف الشمس . فاقترح لكير ان هذه الخطوط منشؤها عنصر لم يكشف بعد ودعا ذلك العنصر باسم الهليوم

وبعيد اكتشاف عنصر الارغون ارسل هنري ميرز (Myers) في اول فبراير سنة ١٨٩٥ الى السر وليم رمزي يوجه انتباهه الى أن كيماويًّا اميركيًّا ، يدعى هلدبراند ، كان قد لاحظ ان قدراً كبيراً من الغاز ، الذي ظن انه نتروجين ، ينطلق من بعض المعادن التي تحتوي على عنصر الاورانيوم لدى حلها . وأشار ميرز الى أنه يحتمل أن يكون هذا الغاز « أرغوناً » لا نتروجيناً . وعلى ذلك اشترى رمزي ما وزنه غرام من معدن « كليفيِّت » من تاجر بخمسة عشر غرشاً وجعل ينقي الغازات التي تنطلق منه ويفحص طيوفها . فظهرت خطوط طيفية جديدة . فأرسل الى السر وليم كروكس انبوباً حافلاً بالغاز الجديد الذي ظن انهُ غاز الكربتون ليفحص طيفه فحصاً دقيقاً . فجاء ردّ كروكس الموجز « الكربتون هو الهليوم . تعال تَرَه » . فلما أعلن كشف عنصر الهليوم في مواد الارض في اكادمية العلوم بباريس في ٢٦ مارس سنة ١٨٩٥ ، كان قد انقضى شهران فقط على كتاب ميرز المذكور الى رمزي . وقد كان هذا الكشف ذا أثر خطير في ارتقاء علم الطبيعة الحديث . إذ ثبت حالاً ان الهليوم عنصر غازي مفرد الذرة ، وان كثافتهُ ضعف كثافة الايدروجين تقريباً ووزنهُ الذري اربعة ونحن نعلم الآن انهُ اول تلك السلسلة من الغازات النادرة التي كشفها رمزي في مقادير ضئيلة جدًّا في الهواء وهي الهليوم والنيون والارغون والكربتون والكزينون. وانهُ أحد المنبعثات التي تنطلق من المواد المشعة

وفي سنة ١٩٠٣ وجد رمزي وصدي Soddy ان الهليوم يتولّد من تحول الراديوم ثم اثبت رذرفورد ان دقائق الفا التي تنطلق بسرعة كبيرة من ذرات المواد المشعة هي نوى ذرات الهليوم والمرجح ان الجانب الاكبر ، من الهليوم الذي في الارض وفي الغازات الطبيعية التي تنطلق من جوات الارض ، يرجع في اصله الى دقائق الفا التي انبعثت من العناصر المشعة في اثناء تحولها في القشرة الارضية

وواضح الآن ان نواة ذرة الهليوم ثابتة التركيب وانها مبنية ، بطريقة ما ، باتحاد اربعة بروتونات وكهربين . وما تخسره من كتلتها في اثناء هذا الاتحاد يدل على ان قدراً كبيراً من الطاقة ينطلق منها حينئذٍ . ولعلّ هذه الطاقة تنطلق في شكل اشعة غمَّا . ونستطيع ان نقول — بعد الحساب الدقيق — ان الطاقة التي تنطلق لدى تكوين رطل هليوم من الايدروجين تعادل الطاقة التي تنطلق من احتراق ١٠ آلاف طن من الفحم احتراقاً تامًّا . وليس ثمة ريب ما في ان الهليوم يتولد من الايدروجين ، بطريقة لا نزال نجهلها في احوال معينة في المجموعة النجمية . ولكننا لم نتمكن بعد من توليده من الايدروجين في معامل البحث الطبيعي . ويرى ملكن ان بعض الاشعة الكونية منشؤها الاشعاع الذي يحدث ، اذ يتولد الهليوم في اعماق الفضاء

وقد كانت دقائق الفا — وهي نوى ذرات الهليوم — ذات شأن خطير في توسيع معرفتنا عن بناء نوى الذرات . والمجمع عليهِ تقريباً بين العلماء ان نوى ذرات العناصر الثقيلة مبنية من دقائق الفا وكهارب على الغالب — وقد يوجد معها بعض بروتونات ونوترونات . ولما استعملت دقائق الفا السريعة لاطلاقها على ذرات العناصر الخفيفة ، ثبت لاول مرة ان بعض العناصر العادية يمكن تحويلها الى غيرها تحويلاً اصطناعيًّا

والهليوم اصعب الغازات على تحويله الى سائل . وأول من فاز بهذا هو الاستاذ كمرلنغ اونّز (Onnes) في معمله بليدن سنة ١٩٠٨ مستعملاً الايدروجين للتبريد فتحول الهليوم الى سائل على درجة ٤ فوق الصفر المطلق — اي على ٢٧٠ درجة تحت الصفر بميزان سنتغراد . وهو حينئذ سائل صاف لا لون له كثافته ١٣ في المائة من كثافة الماء . ومن عهد قريب تمكن الاستاذ كيسم (Keesom) احد اساتذة جامعة ليدن من تجميده باستعمال ضغط عالٍ جدًّا . ثم ان احد العلماء اخذ الهليوم السائل وبخره بسرعة فهبطت حرارته حتى صارت على درجة واحدة فوق الصفر المطلق (اي ٢٧٣ تحت الصفر سنتغراد) وهذا الهليوم السائل يجهزنا بوسيلة فعالة لدرس أثر الحرارة الواطئة — اي البرد الشديد — في صفات المادة . ومن اعجب الامور التي شوهدت في هذه الناحية ان بعض الفلزات تزيد قدرتها على ايصال الكهربائية زيادة عظيمة وهي على درجات واطئة جدًّا من الحرارة وهذه الظاهرة تعرف باسم Super-Conductivity . وقد انشئت معامل علمية خاصة لموالاة هذا البحث في جامعة ليدن وجامعة تورنتو تحت اشراف الاستاذ مكلنن (McLennan) وجامعة برلين . والبحث في صفات المادة اذ تكون على درجات واطئة من الحرارة وسع نطاق معارفنا الطبيعية في نواحٍ مختلفة

على ان الهليوم قليل جدًّا في الهواء ونسبته فيهِ كواحد الى ١٨٥٠٠٠ حجماً . وكان معظم المستعمل منهُ للبحث ، بعيد الكشف عنهُ ، يستخرج من بعض المعادن المشعة باحمائها ، وخصوصاً من معدن الثوريانيت المستخرج من جزيرة سيلان . ثم ظهر ان هناك مقادير كبيرة منهُ في الغازات

التي تنطلق من ينابيع المياه الحارة وفي الغاز الطبيعي الخارج من قشرة الارض

وفي سنة ١٩١٤ اقترح السر رتشرد ثرلفول (Threlfall) على مجلس الاختراعات في وزارة البحرية البريطانية ان يستعمل الهليوم في البلونات والسفن الجوية لخفة وزنهِ وعدم التهابهِ . فعهد الى الاستاذ مكلنن في جامعة تورنتو بكندا ، ان يبحث في افضل الطرق لاستخراج الهليوم من الغازات الطبيعية التي تخرج من الارض في بعض بلدان كندا . وكان يعلم ان نسبة الهليوم فيها كنسبة واحد الى مائة (١ : ١٠٠) حجماً . فاستنبط لذلك طريقة تقوم على اسالة الغازات التي يختلط بها الهليوم — لان اسالته لا تتم الاّ على درجة واطئة جدًّا من الحرارة — ثم يؤخذ الهليوم غير النقي غازاً ويوضع في اسطوانات خاصة تحت ضغط شديد وينقل . وفي الوقت نفسه كانت حكومة الولايات المتحدة الاميركية قد اخذت تجرب تجارب واسعة النطاق لاستخراج الهليوم من ينابيع الغازات الطبيعية الكثيرة في ولاية تكساس والغنية بمقدار الهليوم الذي فيها . فحضرت مقادير كبيرة منهُ بطريقة الاسالة بعد تنويعها وكذلك انخفض سعره حتى اصبح صالحاً للاستعمال في السفن الجوية بدلاً من الايدروجين . ولا ريب في ان نفقات استخراجه تقل بزيادة نسبته في الغازات التي يستخرج منها . لذلك اخذ العلماء يبحثون عن ينابيع الغاز الطبيعي الذي يكثر فيهِ الهليوم . فنسبتهُ مثلاً في معظم ينابيع الغاز الطبيعي لا تزيد على واحد في المائة ولكنها بلغت في نبع في (غراند كونتي) بولاية يوتاه الاميركية سبعة في المائة وفي آخر بولاية كولورادو ٨ في المائة . وقد يسفر البحث عن اكتشاف ينابيع اخرى من هذا القبيل في الجبال الصخرية وكندا

لما اكتشف الهليوم كان يحسب غازاً نادراً وكان اللتر الواحد منهُ كنزاً ثميناً . فالهليوم الذي استعمله الاستاذ اونز في تجاربهِ حصل عليهِ بعد شق النفس باحماء المعادن المشعة . أما اليوم فالمستخرج منهُ كل سنة يبلغ ملايين من الاقدام المكعبة

الايدروجين الثقيل

وغرائب الماء الثقيل

منذ نحو سنتين ونصف سنة كشف ثلاثة من علماء الاميركيين ضرباً جديداً من الايدروجين فاشتدت عناية الدوائر الكيمائية والطبيعية بهِ ، بل انصرفت المعامل العلمية في خمس جامعات اميركية او ستٍ ، الى درس خواصهِ وأعدت احدى الشركات الصناعية المعدات اللازمة لاستخراجهِ . ولا يمكن ان نبين للقارىء مكانة هذا الصنف الجديد من عنصر الايدروجين في علمي الكيمياء والطبيعة الحديثين ، الاّ اذا تتبعنا تقدم هذين العلمين من الناحية التاريخية

اطلق على الضرب القديم المعهود من الايدروجين اسم ايدروجين ١ ، وعلى الضرب الجديد اسم ايدروجين ٢ . والرقمان يشيران الى وزن الضربين او الى الوزن النسبي لذرتيهما بالمقابلة مع وزن ذرة الاكسجين . فقراء هذا الكتاب يعلمون ان الايدروجين اخف المواد المعروفة على الاطلاق وان ثقله واحد ، اي اذ اتخذنا الاكسجين اساساً للمقابلة ، وجعل وزنهُ الذري ١٦ فوزن الايدروجين الذري على هذا القياس واحد . وهذا الايدروجين هو الضرب الاول المعروف الآن بايدروجين ١ . اما الايدروجين ٢ فثقله اثنان بالمقابلة مع ثقل الاكسجين . فاذا فرضنا ان ذرة الاكسجين ثقلها ١٦ فذرة الصنف الاول من الايدروجين ثقلها ١ وذرة الصنف الثاني ثقلها ٢ . وقد اقترح المكتشفون اطلاق اسمين يونانيين على هذين الضربين من الايدروجين ، يعنيان ١ و ٢ وهما بروتيوم ودوتيريوم (١)

لا يخفى ان المواد التي تحيط بنا ، المنوعة في اشكالها وأوزانها وألوانها وروائحها وقساوتها وليّنها انما هي مركبة اصلاً من مواد اولية تدعى عناصر وعددها اثنان وتسعون عنصراً . فالعنصر في عرف الكيمياء هو المادة التي لا نستطيع ان نحلّها بما نملكه من الوسائل الكيمائية من دون ان تفقد خواصها

وفي سنة ١٨٠٢ قال دلتن الكيماوي الانكليزي ان المادة مركبة من دقائق صغيرة دعاها ذرات Atoms وكان المفروض في نظريتهِ ان ذرات كل عنصر متشابهة جرماً ووزناً وتصرفاً كيمائياً . ثم كشف علماء الكيمياء وسائل تمكنهم من معرفة اوزان هذه الذرات بالمقابلة بينها . وفي سنة ١٨١٥ بين الطبيب پروت Prout الانكليزي ان الاوزان الذرية ليست الاّ اضعافاً مختلفة لوزن ذرة الايدروجين . فوزن الكلسيوم ٤٠ مثلاً وهو ٤٠ ضعف وزن الايدروجين . فاذا سلمنا بهذا القول وجب ان تكون الاوزان الذرية كلها اعداداً صحيحة ، لان وزن الايدروجين عدد صحيح . واقترح حينئذ نظرية عجيبة مؤداها ان ذرات العناصر انما هي مركبة من ذرات إيدروجين محشوكة معاً . ولكن لدى وزن ذرات العناصر بالاساليب المعروفة ، تبين أن أوزان كثير منها ليس بالعدد

(١) يفضل علماء بريطانيا اسم دبلوجين للايدروجين الثقيل وذرته تعرف عندهم باسم دبلون

الصحيح واذاً فلا يمكن ان تكون اضعافاً لوزن ذرة الايدروجين . فصرف النظر عن مذهب پروت في أواخر القرن التاسع عشر . ولكنهُ بعث من مرقده الآن . والقول بأن ذرات العناصر مبنية من ذرات الايدروجين ، له صلة دقيقة بما للايدروجين الثقيل (الايدروجين ٢) من المكانة عند علماء الكيمياء والطبيعة

لنلتفت الآن الى ناحية اخرى من هذا البحث جديرة بالاهتمام . ففي اواخر القرن التاسع عشر كشف الباحثون عن ظواهر الاشعاع . فوجدوا ان هناك عناصر تتحول من تلقاء نفسها من عنصر الى آخر . فالراديوم يتحول بعد زمن طويل ينقضي عليهِ الى رصاص . وكانت النتيجة التي اسفر عنها البحث في تحول العناصر بعضها الى بعض ، ان بعض العناصر التي تنتهي اليها العناصر المشعة — كالرصاص مثلاً — تشبه عناصر اخرى في خواصها الكيمائية ولكنها تختلف عنها في وزنها الذري . فالرصاص الطبيعي يشبه الرصاص الناشىء من تحوّل الراديوم بالاشعاع ولكن أحدهما يختلف عن الآخر في وزنهِ الذرّي . كذلك الراديوم والميزوثوريوم ١ لا يمكن ان يفصل احدهما عن الآخر من ناحية الخواص الكيمائية ، ولكن الراديوم يحتاج الى ١٨٠٠ سنة لكي يتحول الى عنصر آخر وأما الميزوثوريوم ١ فيحتاج الى سبع سنوات فقط ليتحوّل التحوُّل نفسه . ثم ان وزن الراديوم الذري ٢٣٦ واما وزن الميزوثوريوم١ الذرّي فـ ٢٢٨ والذرّات التي تتشابه من حيث خواصها الكيمائية ولكنها تختلف من حيث وزنها تعرف بالنظائر Isotopes وقد عثر بين العناصر المشعة على أمثلة عديدة من النظائر

والخطوة التالية في تطوُّر هذا البحث انما تمّت لما ثبت ان العناصر العادية كالنيون والكلور وغيرهما ، مؤلفة من ذرات متشابهة في صفاتها الكيمائية وانما تختلف في اوزانها . ولعلّ أشهر الباحثين في هذا الموضوع هو الاستاذ استن Aston الانكليزي الذي اثبت ان اكثر العناصر مؤلفة من نظائر . وقد اقتفى الباحثون الاميركيون خطوات استن فأثبتوا ان للاكسجين والنتروجين والكربون نظائر كذلك . وقد ظهر ان اوزان ذرات النظائر تكاد تكون اعداداً صحيحة مما يعيد الى الذهن نظرية پروت ، وهي ان ذرات العناصر مبنية من ذرات الايدروجين وقد حشكت معاً

واذا كان هـذا صحيحاً فيجب ان يعثر الباحثون على ذرة مؤلفة من ذرتي ايدروجين فتكون أبسط الذرات المركبة بحسب نظرية پروت وحلقة بين ذرة الايدروجين وذرات العناصر الاخرى المركبة منها . فعني بدرس هذا الموضوع الاستاذ برج Birge أحد اساتذة جامعة كاليفورنيا والدكتور منزل Menzel أحد علماء مرصد هارفرد . فأقاما الأدلة على أن ايدروجين٢ يوجد في الايدروجين العادي بنسبة ١ الى ٤٥٠٠ . واذا بلغت ندرة أحد النظائر هـذه المرتبة (١ : ٤٥٠٠) تعذّر الكشف عنهُ الاَّ اذا أمكن تركيزهُ . لذلك عمـد الدكتور بريكود Brickwedde الى تقطير الايدروجين السائل على درجة واطية جدًّا من البرودة — ٤٦٦ بميزان فارنهيت تحت درجة الجمد .

وبذلك زادت نسبة ايدروجين ٢ الى ايدروجين ١ حتى بلغت ١:١١٠٠ فتمكن الدكتور هارولد يوري Urey أحد اساتذة الكيمياء في جامعة كولومبيا ومعاونهُ مرفي من كشفه بواسطة طيفهِ . ثم كشفت طرق اخرى لاستحضاره منها طريقة الحلّ الكهربائي . والمتوقع ان يكون هذا الضرب من الايدروجين مداراً لمباحث خطيرة في الكيمياء والطبيعة ، لذلك نذكر في ما يلي اشهر ما يعرف عن خواصهِ وما قد يفضي اليهِ درسهُ من النتائج العلمية

لقد تبحّر العلماء في درس بناء الذرات في العهد الحديث فوصلوا الى ان الذرة مبنية من جزئين . اولاً من كتلة مركزية مشحونة شحنة كهربائية موجبة وحولها دقائق من الكهربائية السالبة تعرف بالكهارب او الالكترونات . فاذا تعيَّن لدينا عدد الالكترونات حول نواة ذرّة ما تعيّنت كذلك خواصها الكيمائية . فاذا كان في الذرة الكترون واحد فهي ذرة ايدروجين . واذا كان فيها الكترونان فهي ذرة هليوم . واذا كان فيها ثلاثة الكترونات فهي ذرة ليثيوم . او اربعة فهي ذرة بريليوم . او خمسة فهي ذرة بور . او ستة فهي ذرة كربون . او سبعة فهي ذرة نتروجين . او ثمانية فهي ذرة اكسجين . او اثنان وتسعون فهي ذرة اورانيوم وهو آخر سلسلة العناصر . والعناصر الباقية متوسطة بين الاكسجين والاورانيوم تزيد ذرة كلّ منها الكتروناً واحداً عن ذرة العنصر السابق

ولكن كتلة الذرة مركزة في النواة المركزية ، ووزنها يختلف باختلاف عدد الدقائق التي تتركب منها النواة . فنواة ذرة الايدروجين ١ (او البروتيوم) تحتوي على دقيقة واحدة ، تعرف بالبروتون . اما ذرة الايدروجين ٢ (او الدوتيريوم) فمؤلفة من بروتون ونوترون — والنوترون دقيقة وزنها وزن البروتون ومتعادلة للكهربائية — فذرة الايدروجين الذي وزنهُ الذري ٢ هي بعد ذرة الايدروجين ١ ابسط الذرات المعروفة. واذا شاء العلماء ان ينفذوا الى سر تركيب النوى في الذرات وجب عليهم ان يقفوا على ترتيب ابسط الذرات وأبسط النوى ثم ما يليها فما يلي ذلك . ودرس نواتي البروتيوم والدوتيريوم انما هو خطوة اولى في هذه الناحية

ثم ان الليثيوم الذي وزنهُ الذري ٧ يتفاعل مع البروتيوم لتوليد الهليوم . والليثيوم الذي وزنهُ الذري ٦ يتفاعل مع الدوتيريوم لتوليد الهليوم كذلك . وهذا النوع من التفاعل يفيض طاقة عظيمة تفوق مليون ضعف الطاقة التي تسفر عنها التفاعلات الكيمائية العادية . هذا اهم ما يقال عن البروتيريوم والدوتيروم من حيث مكانتهما في علمي الطبيعة والكيمياء

أما من ناحية خواصهما الكيمائية فثمَّة فروق بينهما . فعالم الكيمياء يهمهُ ان يعرف لماذا تتصرف العناصر الكيمائية تصرفها المعروف . كيف يحترق الايدروجين وكيف تحصل التفاعلات الكيمائية في اجسادنا ؟ ونحن نعلم ان الجواب الشافي عن هذه الاسئلة وأشباهها يتناول عوامل كثيرة منوعة . ولكننا نعلم كذلك ان لوزن الذرات في المواد المتفاعلة شأناً كبيراً . او نحسّ

أن ذلك يجب ان يكون . والظاهر ان احساسنا هذا صعب التحقيق . فالعلماء يقولون ان وزن الذرات ، اذا كان لهُ أثر في التفاعلات الكيمائية فانه أثر لا يكاد يكشف بالكواشف المعروفة . ولكن الفرق الكيمائي بين تفاعل ذرة البروتيوم وذرة الدوتيريوم يسهل كشفهُ بنسبتهِ الى وزني الذرتين . فالماء الذي يصنع من الايدروجين ١ يختلف في درجة غليانهِ عن الماء المصنوع من ايدروجين ٢ . ثم ان تفاعلاً كيمائيًا يدخل فيه احد الصنفين يختلف سرعةً عن نفس التفاعل اذا أبدل فيهِ احد الصنفين بنظيره . وقد يكون هنالك فروق بيولوجية ناتجة عنهما . فالفئران التي تحتوي على مواد يكثر فيها ايدروجين ٢ في تركيبها قد لا تستطيع الاَّ ان تكون بطيئة او لاتستطيع ان تعيش قط فهو في جسمها بمثابة السم . فهذا الايدروجين الثقيل كأكثر المكتشفات العلمية في استهلالها لايمكن ان نحكم عليه حتى يتعمق العلماء في درسهِ وكشف احواله وخواصهِ

لما كشف الايدروجين الثقيل في اميركا ، بدأ العلماء يتكهنون بخواص الماء الذي يصنع منهُ . وقد قال الاستاذ يوري Urey احد مكتشفيهِ ان الماء يهمنا من الناحية الكيمائية لانهُ افضل المواد المذيبة المعروفة . وكثير من التفاعلات الكيمائية تحصل في الماء . ثم ان الايدروجين يلي الكربون في عدد المواد التي يدخل في تركيبها . فالمعروف ان الايدروجين يدخل في تركيب نحو ٣٠٠ الف مركب عضوي او اكثر ،علاوة على الكربون والنتروجين والاكسجين . ولما كانت المواد التي يدخل الايدروجين الثقيل في تركيبها تختلف في خواصها عن نفس المواد اذا كان ايدروجينها عاديًا فاكتشاف هذا النظير للايدروجين يفتح امامنا باباً لتركيبات كيمائية جديدة

وقد ثبت من تجارب جربت في احدى كليات اميركا ان الماء الثقيل (اي المركب من اكسجين وايدروجين ثقيل) يفتك بحياة بعض الحيوانات المائية . ثم ان الخمائر لا تنمو فيهِ بنفس السرعة التي تنمو بها في الماء العادي . ووجد الكيماوي الاميركي الكبير الاستاذ غلبرت لوِس ان بزور التبغ لا تنتش بعد نقعها في الماء الثقيل . ثم اذا نقعت في ماء عادي ، تنتش انتاشاً ضعيفاً غيرسوي . اما الديدان المسطحة فتكاد تموت اذا نقعت ثلاث ساعات في ماء ثقيل ثم تعود الى الحياة اذا نقلت الى ماء عادي . وقد وجدت طائفة من اساتذة جامعة برنستن ان دعاميص الضفدع الخضراء لا تستطيع ان تعيش في الماء الثقيل اكثر من ساعة

وقد عاد الاستاذ لوِس حديثاً الى تجربة اثر الماء الثقيل في حياة الفئران . فأخذ فأرة وسقاها الماء الثقيل بقطارة لان ثمن الرطل منهُ يبلغ ١٥٠٠ جنيه لندرة الايدروجين الثقيل ولشدة العناء في تحضيره . وسقى فأرين آخرين ماءً عاديًا . وكانت النتيجة ان الفأرين اللذين سقيا الماء العادي ظلاَّ يتصرفان تصرفاً سويًا في اليقظة والمنام . اما الفأر الاول فتصرف تصرفاً غريباً . اذ جعل يقفز قفزاً عجيباً ويلحس الجدار الزجاجي في قفصه . وكان كلما سقي الماء الثقيل يزداد ظمأً . ولو لم ينفد الماء الثقيل عند الاستاذ لوس لمضى هذا الفأر يشرب وهو لا يرتوي

علم البلورات

لما كان الانسان قادراً على تصور بعض النتائج التي يجنيها من تغلبهِ على المصاعب التي تعترض سبيلهُ ، ولما كان ذا عزم يدفعهُ الى محاولة التغلّب عليها ،فقد استنبط وسائل مختلفة غاية في الاحكام لمساعدتهِ في تحقيق ما يصبو اليهِ . فاذا اخذنا بعض المصاعب التي تنشأ عن ضعف بصرهِ وجدنا انهُ استنبط المكرسكوب ليمكنهُ من رؤية التفصيلات الدقيقة مما لا تستطاع رؤيتهُ بالعين المجردة . ولم تكن النظارات التي يستعملها الناس الاَّ خطوة نحو هذا الهدف

فنجم عن ذلك ان الانسان اصبح بواسطة المكرسكوب اقدر على تناول كثير من المواد التي لا بدّ من استعمالها في شؤون الحياة اليومية . فالمكرسكوب اداة فعَّالة في درس بناءِ المعادن والاخلاط التي تبنى منها الآلات والسيارات والسكك الحديدية . والمكرسكوب أداة لا مندوحة عنها الآن في درس دقائق الالياف في صناعة الغزل والنسج . وغني عن البيان انهُ وسيلة البيولوجي الاولى وسلاح البكتيريولوجي الامضى. وبعلوم البيولوجي والبكتيريولوجي تتصل العلوم والصناعات الزراعية التي لها اكبر شأن في العمران الحديث

***

على ان للمكرسكوب حدًّا لايستطيع انيتعدّاه . فبهِ نستطيع ان نرى طائفة كبيرة من الاجسام الدقيقة . ولكن ثمة طائفة من الاجسام اصغر منها لايكشف عنها المكرسكوب . وسبب هذا العجز حائل طبيعي . وقد قلنا « طبيعي » عمداً لانهُ يتوقف على طبيعة امواج الضوءِ . ولو كانت كل الاشياء التي تهمنا مما يستطاع الكشف عنهُ بالمكرسكوب لما كان العلماءُ يحاولون ان يتخطوا هذا الحائل . ولكنّ العوالم الكائنة وراءَ حدود المكرسكوب اوسع آفاقاً من العوالم التي كشف المكرسكوب عنها . ولذا فلا مندوحة عن البحث عن وسيلة لرؤية ما في تلك العوالم من الاجسام والكائنات والاسرار . فثمة مثلاً تفصيلات بناءِ الخلية الحية وتركيب اصغر الدقائق التي في المعادن والفلزات والمطاط والدهان والعظم والعصب وألياف القطن والكتان والحرير وغيرها ، التي لا بدّ من ان تظل محجوبة عنّا اذا اكتفينا بالمكرسكوب ، لان حجبها قائم على طبيعة الضوءِ لا على جهل الباحث . فما هو هذا الحائل الطبيعي ؟

تقوم قوة بصرنا على اشعاع الضوءِ من مصدر ما . فالضوءُ سر البصر ومن دونهِ نعجز عن رؤية اي جسم من الاجسام . وحقيقة الاشعاع لا تزال خفية عنا . ولكن ما كشف من ظاهراتها يخولنا

حق القول انها في بعض هذه الظاهرات امواجٌ من دقائق غير متصلة تعرف بالفوتونات. والعين عضوٌ خلق للتأثر بهذه الامواج . فاذا اتجهنا الى مصدر النور بعيوننا لم نشعر الاّ بهذا التألق المنبعث منهُ. فاذا وقعت هذه الامواج على جسم ارتدت عنهُ وتحوّلت في اثناءِ ارتدادها. فاذا اتجهنا بعيوننا الى هذا الجسم المغمور بالامواج ، اتصلت بها الامواج المرتدة عنهُ المتحولة في اثناء ارتدادها . وقد تعلمنا بالاختبار الطويل ان نعرف من طبيعة الامواج المرتدة طبيعة الجسم المرتدة عنهُ. وهذا هو الابصار

والفعل الاساسي في هذا العمل هو تشتت امواج الضوءِ وتحوّلها بحسب الجسم الذي يشتتها . والمعروف ان للامواج اطوالاً مختلفة . فاذا لاحظنا امواج البحر وجدنا ان جسماً صغيراً طافياً على سطح البحر كقطعة صغيرة من الفلين لايستطيع أن يؤثر في مسير الموجة . بل هي تتعداه في سيرها غير آبهة لهُ . فاذا التقت بصخرة كبيرة أو بسفينة ضخمة ارتدّت عنها . وما يصدق على أمواج البحر يصدق على أمواج الضوءِ . فمن الاجسام ما هو اصغر من أمواج الضوء التي نراها . فهذه الاجسام لا تستطيع أن تؤثر في الامواج لصغرها فلا ترتدُّ الامواج عنها ولا تتحوّل ولذلك لا نستطيع أن نراها لا بالعين المجرّدة ولا بالمكرسكوب لان الامواج التي تستطيع العين أن تتأثر بها فتمكنها من الابصار تقع بين طرفين محدودين من الطول والقصر . وهذه الاجسام أصغر من أقصر تلك الامواج. فلا بدّ من بقائها محجوبة عن أبصارنا اذا اكتفينا بالمكرسكوب . على ان رؤيتها ومعرفة تفصيلات بنائها لها شأن خطير في ارتقاءِ العلم والعمران . فماذا نفعل ؟

باشعة اكس نستطيع ان نتخطى هذا الحائل وندخل عالماً جديداً واسع النطاق . واشعة اكس تمكننا من ذلك لان امواجها اقصر من اقصر الامواج الضوئية التي نبصرها ، عشرة آلاف ضعف . على انها شبيهة بها من حيث خصائصها الطبيعية . فالاجسام الدقيقة التي لم تستطع ان تؤثر في اقصر امواج الضوءِ — لان هذه الامواج كبيرة ازاءها — تستطيع ان تردّ امواج اشعة اكس (السينية) وتحوّلها لان هذه الامواج اصغر منها

ولكن كيف نستطيع ان نطلع على الحقائق التي تكشفها لنا هذه الاشعة ونحن لا نستطيع رؤيتها لانها خارج نطاق الامواج التي تؤثر في اعصابنا البصرية ؟

التصوير الفوتغرافي هو احد هذه الوسائل . فالفلم او اللوح الفوتغرافي ينطبع بهذه الاشعة كما ينطبع بالاشعة الكيمائية التي في ضوءِ الشمس — رغم احتجابها عن عيوننا . لكن ذلك لا يجدي نفعاً ان لم تكن الطبيعة قد جرت في بناء المواد على قواعد معينة . فما هي هذه القواعد ؟

نحن نعلم ان العناصر اثنان وتسعون عنصراً . اخفها الايدروجين وأثقلها الاورانيوم ولكن منها بضعة عناصر تفوق سائر العناصر مقداراً في جوّ الارض وقشرتها والاجسام التي على سطحها . وأشهرها الاكسجين والسلكون والالومنيوم . فاذا اخذنا قطعة من الحديد الصرف علمنا انها لا تحتوي على شيء الاّ على ذرّات الحديد . ولكن هذه الذرات ليست مجتمعة اعتباطاً . بل هي

منتظمة انتظاماً دقيقاً طبقاً لنموذج معين لا تحيد عنهُ في كل ذرات الحديد . وللنحاس نموذج خاص بهِ . وللماس آخر وهلمَّ جرًّا . وبعض هذه النماذج ابسط بناءً من نموذج الحديد واكثرها أشدُّ تعقيداً منهُ .وخصوصاً في المواد المركبة.والمسافات بين الذرات في هذه النماذج قصيرة جدًّا والذرات نفسها لا ترى . ولكننا نعرف كيفية بنائها بواسطة اشعة اكس

فاذا وجدت لدينا مادة تنتظم فيها الذرات طبق النموذج المعيَّن في صفوفٍ موازٍ احدها للآخر قلنا ان هذه القطعة المادية « بلورة » . وصفة البلورة انما تستعمل في هذا العلم للانتظام الكامل بحسب النموذج والبلورات الفردة كثيرة منها الجواهر والحجارة الثمينة وبلورات الملح والسكر وغيرها من المواد التي يعثر عليها عادة في المختبر الكيمائي . ولكن معظم المواد التي نتناولها كل يوم ، كالقطع المعدنية في ساعاتنا ودبابيسنا واقلامنا الحبرية ونقودنا ، انما هي مجموعة من البلورات الدقيقة . والواقع ان البلورة الفردة من اي معدن شيء نادر الوجود غريب الاطوار . فاذا اتيح لنا الحصول على بلورة من معدن النحاس وأخذناها في ايدينا تمكنا من حنيها كأنها قطعة من الصلصال المتجمد بعض التجمُّد . فاذا عالجناها كذلك هنيهة تصلبت في أيدينا وأصبحت كالنحاس العاديّ صلابة ومتانة

وسبب ذلك ان لكل نوع من البلورات سطوحاً خاصة تنزلق صفوف الذرّات بعضها على بعض في جهتها ، وتدعى هذه السطوح سطوح الانزلاق . فاذا كانت بلورة النحاس بلورة مفردة سهل انزلاق صفٍ من ذراتها على الآخر وكذلك يسهل حَنيها . اما اذا كانت القطعة التي في يدك متعددة البلورات تعارضت سطوح الانزلاق . فاذا حاولتَ حنيَ القطعة في جهة ما اعترضتك بعض البلورات التي اتجاه سطوح انزلاقها مقاومٌ للجهة التي ترغبها، فتعجز عن تحقيق اربك : ولذلك ترى كل المواد البلورية المتعددة البلورات صلبة صلابةً متفاوتة

والبلورات الصغيرة التي تتألف منها المواد تمكن رؤيتها بالعين المجردة احياناً وبالمكرسكوب الذي كان اداة فعالة في ترقية علم المعادن وما يدنى منها احياناً اخرى.ولكن رغم فائدة المكرسكوب في هذه الناحية لا يستطيع ان يكشف لنا شيئاً عن بناء هذه البلورات الصغيرة اي عن انتظام الذرات فيها في نماذج معينة . واما اشعة اكس فتستطيع ان تفعل ذلك اذا اتقنا استعمالها وفهم النتائج التي تبدو من هذا الاستعمال

واذا صحت الحقائق المتقدمة عن البلورةِ الواحدة فأحرِ بفائدة اشعة اكس في درس بلورات المواد المعدنية المعقدة كالاخلاط المعدنية مثلاً التي اصبح لها مقام خاص في الصناعات الحديثة لان المهندس يستطيع ان يخلق منها ما يجمع عدة صفات يحتاج اليها كما فعل بالدورالومن الجامع بين المتانة وخفة الوزن وهو يستعمل الآن في بناء هيا كل البلونات واجسام الطيارات .وصفات هذه الاخلاط تتوقف غالباً على اشكال البلورات التي تتكون فيها واحجامها واتجاهاتها النسبية . وهذه جميعها يمكن

درسها بواسطة اشعة اكس بل ان اشعة اكس قد اثبتت لنا ان كثيراً من المواد التي لم تحسب بلورية من قبل هي في الواقع بلورية البناء كالقطن والحرير والمطاط الممدود والعظم وغيرها

هذه المامة بسيطة ببناء البلورات ، وما لمعرفة قواعده من الشأن في الصناعات الحديثة . بقي علينا ان نذكر شيئاً عن طريقة استعمال اشعة اكس لمعرفة دقائق هذا البناء

قلنا اننا نرى الاجسام بوقوع اشعة الضوء عليها وارتدادها عنها بعد تحولها تحولاً اصبحنا نفهم منهُ طبيعة الجسم الذي يردّها ويحولها . اما اشعة اكس فقصيرة جدًّا فتستطيع الذرّة ان تردها عنها . ولكن الذرة متناهية في الدقة كذلك فلا نستطيع ان نحس بأمواج اشعة اكس المرتدة عن ذرة واحدة . ومن هنا مقام البلورات . فالبلورات مجموعة منتظمة من الذرات . والذرات في بلورات مادةٍ ما منتظمة انتظاماً واحداً . فاذا صوّبت اشعة اكس الى بلورة ارتدت عن ذراتها في نموذج منتظم وهذا يصوَّر وبهِ يعرف انتظام الذرات في البلورة

ومما لا ريب فيهِ انها طريقة غير مباشرة لمعرفة اسرار هذا البناء . فنحن لا نرى بها الذرات المفردة . بل نكشف فقط عن طريقة انتظامها . ولكن الحقائق التي تجمع من هذه الطريقة تُضَمّ الى الحقائق التي تجمع من ميادين العلم الاخرى وبها نتوسل الى الكشف عن اسرار البناء في الطبيعة

***

هذا فرع جديد من فروع العلم . كشف عنهُ اولاً سنة ١٩١٢ لما اثبت الاستاذ فون لاوّ von Laue الالماني ان في الامكان استعمال اشعة اكس لمعرفة بناء البلورات فنجحت هذه الاشعة حيث خابت اشعة الضوء العادية . ثم سار بهِ السر وليم براغ Bragg وابنهُ الاستاذ وليم براغ شوطاً بعيداً في طريق الارتقاء ولكن العلماء ما زالوا يجوسون خلالهُ بخطوات حذرة ومع ذلك تراهم قد ازاحوا النقاب عن مشاهد خلاَّبة في عالم البناء الطبيعي

غرائب امواج الصوت

لو قال قائل ان لامواج الصوت فعلاً غير الانتساق اصواتاً وانغاماً والفاظاً لخامرنا الشك فيما يقول ولو تمادى فأثبت ان لبعض هذه الامواج فعلاً في الخلايا الحية يميتها ويبيد منها العين والأثر لقلنا ان في قول هذا الرجل غلوًّا بيناً او وهماً فاضحاً . على أن المباحث الجديدة اثبتت ما تقدم اثباتاً ينفي كل ريب . ولا غروَ فتاريخ العلوم حافلٌ بمثل هذه الغرائب فكم من حقيقة علمية تحسب الآن من المبادىء الاولية ، كانت قبلاً وهماً يضحك الناس من صاحبهِ ويهزأون بهِ ؟

***

كان الاستاذ ود الاميركي يشتغل سنة ١٩١٧ في ترسانة طولون مع نفر من علماء الحلفاء اجتمعوا هناك ليكشفوا عن طريقة يستطيعون ان يعرفوا بها مكان الغواصات في البحر لكي تتمكن بواخر الحلفاء وبوارجهم من اتقاءِ خطرها . فارتأى الاستاذ لانجفان الفرنسوي ان يرسل في الماءِ امواجاً من الصوت لا تُسمَع لسرعتها وقصرها فاذا أصابت جسماً في الماء ارتدَّ بعضها عنهُ كما تنعكس أشعة النور عن وجهِ مرآة او سطح صقيل . وحينئذٍ تصنع آلة تؤثر فيها الامواج المرتدة فيعرف موقع الجسم الذي ارتدت عنهُ

على أن توليد هذه الامواج الصوتية السريعة لم يكن بالأمر السهل حينئذٍ . فان المسيو بيير كوري الذي اكتشف عنصر الراديوم مع زوجتهِ في اواخر القرن التاسع عشر كان يشتغل منذ ٤٦ سنة في البلورات وخواصها فوجد انهُ اذا ضغط على بعض المواد المتبلورة تولدت فيها كهربائية تخرج منها كما لو كانت عصيراً فيها يستخرج بالضغط . ثم وجد ان هذا الفعل يمكن عكسهُ اي اذا وجهت تياراً كهربائيًّا الى مادة متبلورة تمددت وانكمشت بحسب قوة التيَّار وضعفهِ . وجرى بعض الباحثين على خطوات كوري فجرب تياراً كهربائيًّا متناوباً (متذبذباً) فجعل البلورة تتمدد وتنكمش مراراً في ثانيةٍ من الزمن . ولما زادت سرعة تمددها وانكماشها اخذت تحدث اصواتاً او تأزُّ ازيزاً كأنها وترٌ يهتزُّ من الضرب عليهِ . ولما استعملت بلورات كبيرة من الكوارتز تمكن الباحثون من احداث امواج صوتية على هذا المنوال لا تسمع لقصرها وسرعة تتاليها اي بلغ عدد الأمواج التي تتولد فيها نحو ٣٠ الف موجة في الثانية او اكثر . ولدى البحث ثبت ان هذه الامواج الصوتية لا تنتشر في كل الجهات على السواء بل تسير في خط مستقيم الى جهة واحدة . وعليهِ وجد الاستاذ لانجفان ان هـذه الامواج يمكن استعمالها لمعرفة مواقع الغواصات لانهُ يمكن توجيهها في جهة خاصة ولانها لا تسمع . لكنهُ لم يتمكن من توليدها من البلورات بالسهولة التي

يستطاع توليدها الآن لان الآلات التي تولد تياراً قويًّا سريع التناوب لم تكن قد اتقنت حينئذٍ

على انهُ في اثناءِ القيام بهذه التجارب لحظ الدكتور ود ما كان فاتحة عصر جديد في هذه المباحث التي تفوق سحر السحَرة بغرائبها . ذلك ان الاستاذين ود ولانغجفان كان قد ولَّدا تياراً كهربائيًّا متناوباً من نور قوسي وسدَّادهُ الى بلورة كبيرة فأزَّت البلورة أزيزاً دليلاً على ان امواجاً صوتية كانت تتولد فيها بفعل التيار . فوجهت هذه الامواج الصوتية الى وعاءٍ فيهِ ماءٌ للبحث في خصائص سيرها في الماء . واتفق ذات يوم ان شاهد الدكتور ود سمكة في الماء تتجه نحو المنطقة التي تخترقها امواج الصوت ثم انتفضت وما لبثت حتى طفَت على سطح الماءِ ميتة . فمدَّ يدهُ الى الماءِ ليعلم سبب ذلك وسحبها حالاً لانهُ لم يستطع ان يحتمل ما شعر بهِ من الالم الذي اخترق لحمهُ الى العظم وشعر كأن يدهُ تنحلُّ انحلالاً

وانقضت التجارب على هذه الملاحظات وعاد كلٌّ الى بلاده بعيد عقد الهدنة وحدث للاستاذ ود ما منعهُ من متابعة البحث في هذا الموضوع الخلاَّب

***

كان للاستاذ ود صديق من رجال المال الاميركيين يدعى المستر لومس لا تمنعهُ أعماله المالية من الاهتمام بالمباحث العلمية فاتفق مع ود على بناء معمل علمي صغير في داره يجربان فيهِ تجارب تتعلق بهذه الامواج الصوتية وافعالها الغريبة . وكانت الآلات اللاسلكية قد اتقنت اتقاناً كبيراً في هذه الحقبة فأوصيا أحد معاملها ان يصنع لهما آلة تولِّد تياراً كهربائيًّا سريع التناوب واتفقا عن سعة على الادوات الباقية اللازمة لهذا المعمل

وبدأا تجاربهما فقصدا اولاً ان يعرفا خواص هذه الامواج الطبيعية قبل استئناف البحث في فعلها بالاحياء . فوجدا اولاً انهُ اذا ازدادت قوة التيار الكهربائي اشتد الضغط على بلورات الكوارتز فتتحطم قطعاً صغيرة . ثم وجدا انهُ اذا غمست البلورة في اناءٍ من الزيت قلَّ كثيراً تعرضها لهذا الانكسار . ثم ثبت لهما انهُ متى وُجّه التيار الكهربائي الى اناء الزيت الذي فيهِ هذه البلورة تجمّع الزيت في شكل اكمة صغيرة او فوهة بركان تنتثر منها دقائق الزيت كما يقذف البركان حممهُ . وعرفا ان الامواج الصوتية التي تولدها البلورة تحت فعل التيار لا تخرج من الزيت كأن تماسك دقائقهِ يمنع ذلك ولكنهما لم يجدا صعوبة ما في نقل هذه الامواج من الزيت الى جسم جامد كقضيب من الزجاج . فاخذ الاستاذ ود قضيباً من الزجاج ومسكهُ من وسطهِ وادنى احد طرفيهِ الى اكمة الزيت الصغيرة فوق البلورة حتى اتصل بها فلم يلبث القضيب الزجاجي ان حمي حتى تعذر عليهِ مسكهُ بيده

ولكي يعرف طول هذه الامواج أخذ أنبوباً من الزجاج مطليّ من الداخل بغشاءٍ دقيق من الزيت وادنى احد طرفيهِ الى اكمة الزيت المذكورة فتجمع الغشاء الزيتي في الحال حلقات حلقات داخل الانبوب وبقيت هذه الحلقات ما زال التيار الكهربائي المتناوب مصوباً الى البلورة . ثم ابدل

الغشاءَ الزيتي بغشاءٍ من الدهان الاسود يجمد حين يتعرض للهواءِ فلما اتصلت الامواج الصوتية بالانبوب تجمع الدهان الاسود حلقات حلقات كما حدث للزيت ثم جمدت هذه الحلقات السود فقاس المسافات بينها وهو يعتقد ان المسافة بين كل حلقة واخرى تمثل نصف طول الموجة. والحلقات اكثر ظهوراً لدى طرفي الانبوب منهُ في وسطهِ . ثم أخذ صحناً من الصيني وغشّاهُ بغشاءٍ من الغبار الدقيق ووضعهُ على طرف قضيب الزجاج وغمس طرفهُ الآخر في الزيت فظهرت للحال حلقات متراكزة في هذا الصحن مما يدل على استعداد هذه الامواج للسير في الاجسام الجامدة

بعد ما اتمَّ الاستاذ ود هذه التجارب رجعت بهِ ذاكرتهِ تطوي المكان والزمان حتى استقرت في ترسانةطولون فرأى بعين الذاكرة السمكة تقترب من مجرى الامواج الصوتية وتنتفض ثم تطفو على سطح الماء ميتة

فاخذ يمتحن فعل هذه الامواج في الاحياء ولكنهُ وجد ان حفظ الاحياء في اناءٍ مملوءٍ بالزيت صعب لانها تموت من غير أن تسدَّد اليها اشعة فتاكة كهذه الاشعة . ثم وجد ان الامواج الصوتية تنتقل بسهولة من اكمة الزيت الى اناءٍ زجاجي فيهِ ماء وانهُ اذا وضع هذا الاناءَ فوق اناءِ الزيت ظهرت على سطح الماء أكمة كالاكمة التي تظهر على سطح الزيت انما الاكمة المائية اوطأ منها لان تماسك دقائق الماء اقلّ من تماسك دقائق الزيت . وكان اذا نظر الى الماءِ حين تسديد التيار الكهربائي الى البلورة واتصال الامواج الصوتية بهِ شاهد فيهِ حركة عنيفة كأنهُ يغلي

***

بعد ما عرف كل الحقائق المتقدمة اخذ يبحث في فعل هذه الامواج بالاحياء فأخذ قبضة من صغار السمك لا يزيد طول السمكة منها على بوصة واحدة وقليلاً من صغار الضفادع ووضعها في الماء في مجرى الامواج الصوتية الصادر من البلورة على الطريقة التي بسطناها آنفاً فانتفضت انتفاض العصفور بللهُ القطر ودارت قليلاً في الماء كأن بها دواراً شديداً . ولاحظ انهُ اذا رُفع الاناء الذي وضعت فيهِ من مجرى الامواج الصوتية عادت هذه الحيوانات الى الحياة واذا بقيت مكانها ماتت وظهر عليها بعد موتها كأن قوة غير منظورة اخترقتها فقضت عليها. ولوحظ بعد موت الاسماك ان حولها خيوطاً دقيقة لزجة الملمس وان زعانفها تكسرت ولدى فحصها بالمكرسكوب ظهر ان الاجسام التي فيها المادة الملوّنة انكمشت الى نصف حجمها الاصلي

ومهما صغر حجم الحيوان لا ينجو من فعل هذه الامواج . ذلك ان الدكتور ود اخذ زرعاً من الحيوان المكرسكوبي المعروف بالبراميسيوم ووضعهُ في الاناءِ ثم سلّط عليهِ الاشعة المميتة فمات في الحال ولما اطيل تعريض الاناءِ للاشعة دثرت آثارهُ

فقال ود في نفسهِ : اذا كان ما تقدم أثر هذه الامواج في الحيوانات الدنيا فما هو أثرها في الحيوانات العليا الحارة الدم ؟ بل ما هو اثرها في الدم نفسهِ ؟

أخذ قليلاً من دم الانسان ووضعهُ في انبوب بعد ما مزجهُ بمحلول مناسب وأحصى ما فيهِ من الكريات الحمر فكانت أربعة ملايين كرية . وبعض ما عرّض الانبوب للامواج دقيقة واحدة أحصيت الكريات الحمر فوجد انها نقصت بمقدار النصف ثم اعيد لعريضهُ ثانية وثالثة فقلّ عدد الكريات حتى بلغ عشرين الفاً فقط ولم ينزل عن هذا الحدّ

ثم جرّب تجربتهُ في دم جارٍ في عروق حيوان فاختار فأراً ابيض ووضعهُ في قعر كأس من الماء وصوّب التيار الكهربائي الى البلورة فاتصلت الامواج الصوتية التي تولّدها بالكأس فلم ينتفض الفأر ولا تحرك ولا ظهرت عليهِ آثار الاضطراب وبعد ما قضى خمس دقائق كذلك أخرج من الماء وأخذت نقطة دم من ذيله وعدّت كرياتها فوجد ان عددها يقل قلة ظاهرة عن العدد الطبيعي فاعاد الكرة عليهِ ثانية وبعد ما بقي عشر دقائق معرضاً لهذه الامواج في الماءِ أخذت تظهر عليهِ علامات الضعف والانحطاط فأخرج واعيد الى قفصهِ . ولما أحصيت الكريات في دمهِ بعد تعريضهِ ربع ساعة لهذه الامواج ظهر انها نقصت الى نصف العدد الطبيعي فكأن الدم مصاب بأنيميا شديدة . على ان شفاءَ الفأر من هذه الحالة ورجوعهُ الى الحالة الطبيعية كانا سريعين

وبعد هذه التجارب في الحيوانات تقدم الباحثان خطوة وحاولا ان يعرفا أثر هذه الامواج في النباتات فلم يوفّقا اولاً لانهما اختارا البكتيريا لتجريب تجاربهما فيها . أخذا زروعاً من البكتيريا وعرّضاها للامواج فلم تفعل فيها فعلاً ما ولا يعلم هل ذلك لمناعة البكتيريا نفسها او لانّ البكتيريا على دقتها اختبأت في اماكن لم تتصل بها الامواج

على انهما لم يلبثا ان وقعا على نبات يعرف بالسبيروجيرا وهو مائي تكثر فيهِ المادة الخضراء التي تغطى بها برك الماءِ الراكد . فانك اذا نظرت الى هذا النبات بالمكرسكوب وجدت دقائق الكلورفل (المادة الخضراء) عقوداً ترصّع النبات في شكل لولبي بديع داخل كلِ خلية من خلاياه . فبعد تعريض هذا النبات للامواج دقيقة ونصف دقيقة قتلت الخلايا قتلاً . وأول ما يظهر فيها ان البروتوبلازم في الخلايا انكمش قليلاً فحدث فراغ بينهُ وبين جدران الخلايا ثم انقطعت عقود الكلورفل وذاب بعض دقائقهِ وثبت ذلك باخضرار الماءِ . اما ما بقي من الكلورفل في الخلايا فصار ضارباً الى الصفرة . وحدث ان هذا النبات بقي مرة نحو خمس دقائق ونصف دقيقة تحت تأثير الاشعة فباد الاثر منهُ والعين لانهُ لدى فحص الماء بالمكرسكوب لم يوجد من آثارهِ الاَّ بعض خيوط دقيقة

ان هذا الفعل من امواج الصوت غريب لذاتهِ ولم يُنتبهُ لهُ قبلاً ولا يمكن التكهن من الآن بما يمكن ان يبنى عليهِ . فقد لا يبنى عليهِ شيءٌ مهمٌ وقد يبنى عليهِ ما بني على اكتشاف غلفني وهرتز في الكهربائية

العلم والاحوال الجوية

﴿ تقلب الاحوال الجوية ﴾ يقيم علماء الجيولوجيا ادلة مقنعة على ان الاحوال الجوية على الارض لم تكن في الماضي ما هي عليهِ الآن ويثبتون انهُ مضت ازمان قرس فيها البرد آناً وامتدَّ بساط الجليد حول القطبين الى المناطق المعتدلة ، ودفئ الجو آناً آخر كما في بدء حقبة الحياة الحديثة (الكاينوزوية) لما كانت درجة الدفء والرطوبة على سطح الارض اعلى مما هي عليهِ الآن وكان متوسط درجة الحرارة في اوربا يتباين من ٧٥° مئوية الى ٨٠° مئوية فكانت الاشجار الخاصة ببلدان البحر المتوسط الآن تغطي لبلندا في شمال اوربا وجزيرة سبتسبرجن التي يتخذها قصاد القطب الشمالي مقرًّا لبعوثهم . وكلا البلادين — اي لبلندا وسبتسبرجن — من البلدان المشهورة بشدة بردها في هذا العصر . ولكن اذا طلبنا اليهم ان يبينوا لنا الاسباب الباعثة على عصور طويلة امتدَّ فيها رواق الدفء على سطح الارض ، او على عصور اقصر منها قرس فيها البرد وغشى الجليد الكرة من القطبين الى منتصف المسافة بينهما وبين خط الاستواء ، حاروا في ذلك وتناقضت اقوالهم

فمنهم من يذهب الى ان سبب ذلك مرور الارض ، في اثناء سيرها في الفضاء خلال سديم كثيف ، حجب غبارهُ جانباً من نور الشمس وحرارتها ، فبرد سطح الارض فحدث ما يعرف بالعصر الجليدي . وان مرورها في اكثر من سديم واحد على هذا المنوال سبب حدوث العصور الجليدية المختلفة في ما هو معروف من تاريخ الارض الجولوجي . ويعترض على هذا المذهب بأن الغبار الكوني الذي بيننا وبين الشمس الآن يسير جدًّا لا يمكن ان يكون له بعض الاثر المذكور ، وان مرورنا في خلال سديم قد يفسر الانتقال من عصر بارد بعض البرد الى عصر بارد شديد البرد ، ولكنهُ لا يعلل لنا حدوث عصور الدفء ، الاّ اذا امكننا ان نبين ان الارض آخذة في الدفء التدريجي ، وان المرور في خلال سديم يوقف هذا الفعل الى مدى وهذا ما لم يثبتهُ العلماء حتى الآن . وثمة طائفة اخرى من العلماء تسند التقلب في متوسط الحرارة على سطح الارض وفي جوها الى التقلب في ما تطلقهُ الشمس من طاقة اشعاعها . وهو تعليل سهل ولكن هل هو تعليل صحيح ؟ فليس لدينا ما يحملنا على الاعتقاد بأن الشمس تغير مقدار ما تطلقهُ من اشعتها زيادة ونقصاً في ادوار تبلغ مئات الالوف او الوف الالوف من السنين

﴿ ظاهرة تستدعي النظر ﴾ والعلماء لا يعرفون ، ولا سبيل لهم الى معرفة المدى الذي استغرقهُ كلّ انقلاب من هذه الانقلابات في حالة جوّ الارض . ولكنهم يستخرجون من الادلة الجولوجية ما يقنعهم بانهُ لما كانت البقاع اليابسة واسعة النطاق وسلاسل الجبال شامخة الذرى والفعل البركانيُّ شديداً بوجهٍ عام ، كان الاقليم بارداً الى درجة الجليد . وانهُ على الضدّ من ذلك كان دافئاً جافًّا في العصور التي كانت فيها القارات صغيرة ، والجبال منخفضة وقليلة . فالعلاقة بين اتساع القارات

وارتفاع الجبال وشدة الفعل البركاني من جهةٍ ، ونوع الاقليم من جهةٍ اخرى ، دليل على ان امتداد الغطاءِ الجليدي او ارتداده في الماضي ، لم ينجما عن مرور الارض في خلال سديم ، ولا عن تقلبٍ في ما تطلقهُ الشمس من طاقة ضوئها وحرارتها او اي سببٍ فلكي آخر . والراجح ان سبب التقلّب في حالة جوّ الارض بين الدفء والبرد سببهُ في الارض نفسها . فتغيُّر الاقاليم لم يكن سبباً في امتداد القارات او انكماشها، ولكن تحوّل القارات بين امتداد وانكماش ، والجبال بين ارتفاع وانخفاض وما يصحب ذلك من تغيُّر في الرياح السائدة او تيارات البحار ، كانت سبباً في تقلب احوال الجوّ

﴿ حالة الارض الآن ﴾ فلننظر الآن في حالة الارض من حيث توزيع الارض اليابسة والمياه على سطحها لعلّنا نستطيع ان نتبيَّن شيئاً من مستقبل الأحوال الجوية اذا حدث على سطحها حوادث جولوجية معيّنة . يظهر ان مساحة اليابسة على سطح الارض تبلغ الآن ما كانت عليهِ في بدءِ العصور الجولوجية السابقة التي تحسب عصوراً جليدية . والراجح ان علوّ بعض الجبال الآن يبلغ أعلى ما كانت عليهِ الجبال حينئذٍ . فاذا صحَّ هذان الاستنتاجان فنحن في مفتتح عصر جليدي ، قد يكفي حدوث حادث جولوجي يسير ، لبدئهِ . فما عساهُ ان يكون ؟

الواقع أن ثمة أكثر من حادث جولوجي واحد من شأنهِ ان يفعل هذا الفعل ، ولذلك يصبح ابتداء عصر جليدي جديد أكثر احتمالاً . فاذا فرضنا ان ترعة بناما شقّت شقّاً يجعل الاتصال بين المحيطين الهادىء والاطلنطي اتصالاً مباشراً بدلاً من اتصالهما بواسطة احواضٍ تتدرج ارتفاعاً وهبوطاً ، وجعل عرضها بضع مائة من الأميال ، تحوّلت المياه الدافئة التي تسير في تيّار الخليج — من خليج المكسيك فتدفىء شمال اوربا الجزائر البريطانية واسلندة وسبتسبرجن — الى المحيط الهادىء لأن مستوى المحيط الاطلنطي أعلى من مستوى المحيط الهادىء . وعندئذ يقرس البرد في البلدان المذكورة التي تدفئها هذه المياه ، ويتغطّى بعضها بالجليد على مدار السنة . أو خذ النجد البحري الذي يصل جزيرة جرينلندة باسكتلندة عن طريق جزيرة أسلندة وجزائر فاروز — وهو نجد تغمرهُ مياه ضحضاحة — فانهُ اذا ارتفع هذا النجد فوق مستوى سطح البحر — كما كان على ما يظن في الماضي القريب — انقطعت كل صلة لمياه المحيط الاطلنطي الدافئة بالمحيط المتجمد الشمالي فيغطي الجليد صيفاً وشتاءً جميع المناطق التي الى شمال ذلك النجد ومنها البحر الذي يغسل شواطىء بلاد النرويج ، فيصاب اقليم البلدان المجاورة لهذه المناطق بانقلاب خطير ، فيقرس فيها البرد ويتكاثف الجليد سنة بعد سنة . وليس القول بحصول هذه النتائج اذا حدثت المقدمات الباعثة عليها من قبيل التكهُّن بل في امكان الباحثين ان يعرفوا مقدار الانقلاب وأن يعينوا مدى التغيُّر في الحرارة تعييناً لا يحتمل الخطأ أكثر من بضع درجات زيادة او نقصاً. على ان عمل حساب من هذا القبيل معقد لانهُ يقتضي النظر في عدة عوامل مختلفة في آنٍ واحد

اذا أخذنا قطعة من الأرض مساحتها متر مربع وفرضنا انها مغطاة بالجمد ، وكانت تحيط بها منطقة

دافئة ، وجدنا ان جمدها لا يؤثر أثراً ذا بال في هواء المنطقة الدافئة على بعد مائة متر . فهي تعكس أشعة الشمس المنصبة عليها ، بدلاً من أن تمتصها فيكون الهواء الملاصق لها أبرد من الهواء الملاصق للارض التي تحيط بها . ولكن مقدار الهواء الذي يبرد بفعل الجمد يسير جداً اذا قيس بمقدار الهواء المجاور ، فكأنك تضيف قطرة من الماء البارد إلى إبريق من الماء الغالي . أي اننا لا نكاد نتبين أثر هذا المقدار اليسير من الهواء البارد في المقدار الكبير من الهواء الدافىء

ولكن اذا كانت قطعة الارض التي يغطيها الجمد دائرة قطرها ميل ، فاننا نستطيع أن نتبين أثرها في تبريد الهواء الذي فوق الارض المحيطة بها على مائة قدم او أكثر من محيطها ، في الناحية التي يتجهُ اليها هواؤها البارد . فاذا كان قطرها الف ميل أو الف وخمسمائة ميل بلغ أثرها في تبريد الهواء أقصى مداه . يضاف الى ذلك أن الهواء الذي يهبُّ فوق بقعة صغيرة يغطيها الجمد لا تهبط درجة حرارتهِ الاَّ هبوطاً يسيراً ، ولكن اذا كانت مساحة البقعة كبيرة ، هبطت حرارة الهواء الذي يهبُّ فوقها هبوطاً كبيراً . فاذا كان قطر البقعة الف وخمسمائة ميل بلغ أثر الجمد في تبريد الهواء أقصى مداهُ ، فلا يزيد هذا الاثر بعد ذلك بزيادة مساحة المنطقة التي يغطيها الجمد .

فاذا جمعنا بين هذه الحقائق وغيرها مما حققهُ العلماء بالبحث الدقيق — بالاستنتاج النظري المؤيد بالمشاهدة والتجربة — وجدنا ان أثر منطقة يغطيها الجمد في تبريد الهواء فوق البلاد المجاورة لها يختلف باختلاف مساحتها حتى تصبح مساحة هذه المنطقة مليون ميل مربع فيبلغ أثرها حينئذٍ اقصى مداهُ أو تقل زيادة اثرها بزيادة مساحتها حتى لا تكاد تذكر . على هذا الاساس ذهب الباحثان كرنر Kerner وبروكس C. E. P. Brookes الى انهُ لو كانت كل البحار والمحيطات خالية من الجليد ، ثم هبطت الحرارة حول القطب الشمالي درجة واحدة بميزان فارنهيت تحت درجة تجمد مياه البحر لافضى ذلك الى تكوين غطاء جليدي قطره نحو اربعة آلاف ميل . وعندئذ يصبح للرياح التي تهب فوق هذه المنطقة المتجمدة أثر كبير في تبريد هواء المناطق المجاورة لها

﴿الفعل البركاني وبرد الارض﴾ يتضح مما تقدم انهُ لو كان للارض ما يمكنها من تخفيض حرارتها تخفيضاً ذاتيًّا درجة او درجتين او ثلاث درجات على الاكثر ، لامكنها ان تنشىء الغطاء الجليدي من تلقاء نفسها ومن دون اي فعل خارجي كفعل الغبار السديمي او التقلب في ما تطلقهُ الشمس من الحرارة والضوء . والظاهر أن لها هذا ، حتى من دون ان يزيد اتساع القارات أو ارتفاع الجبال — وهي العوامل التي اجتمعت في العصور الجولوجية السابقة لما امتدَّ الجليد وقرس البرد — ذلك أنهُ متى ثارت البراكين قذفت في الجو مقادير كبيرة جدًّا من الغبار الدقيق لا يلبث أن ينتشر ويمتد فيضرب فوق سطح الارض سرادقاً لطيفاً ولكنهُ في الوقت نفسه فعَّالٌ في حجب جانب غير يسير من حرارة الشمس وضوئها ، فينشأ عن ذلك خفض حرارة الارض وجوها ولهذا الرأي ما يؤيده من المشاهدة والتاريخ . ففي سنة ١٧٨٣ ثار بركان « سكابتاريوكل » في

جزيرة اسلندة وبركان « أساما » في بلاد اليابان ثوراناً عنيفاً فحفل الجو بالغبار الدقيق الناشيء عن ثورانهما ولاحظ بنيامين فرنكلن—وكان في باريس حينئذٍ — ان اشعة الشمس اذا جُمعت بعدسة محدَّبة لا تكاد تحرق ورقة سمراء . وكانت السنوات التي تلت هذا الثوران المزدوج قارسة البرد . وتعرف سنة ١٨١٦ بالسنة التي لا صيف لها لشدة بردها. وقد تلا ذلك ثوران بركان عبورا في جزيرة سومباوى على مقربة من جزيرة جاوى . وفي ٢٧ اغسطس سنة ١٨٨٣ قذف بركان كرا كاتوى في مضيق سُندَة مقادير كبيرة من الغبارة الدقيق الى ما فوق الغيوم فظلَّ هذا الغبار سنتين او ثلاث سنوات ذا أثر في تغيير الوان الشفق في كل البلدان وخفض متوسط الحرارة . وفي ٦ يونية سنة ١٩١٢ ثار بركان « كاتماي » بالاسكة فملأ غبارهُ الجو فوق النصف الشمالي من الكرة الارضية فضعف ضوء الشمس وخفضت حرارتها . فلنفرض الآن — وليس هذا الفرض غير معقول— ان ثوران بركاني اساما وكرا كاتوى اصبح اكثر حدوثاً اي نحو مرتين او ثلاث مرات في السنة مدى مائة سنة — والمائة سنة كطرفة عين في امتداد الزمن الجولوجيّ — او مدى خمسين سنة او عشرين . فما ينشأ عن ذلك من تحول في الاحوال الجوية الاقليمية زائلاً كان هذا التحوُّل او باقياً ؟

اولاً نقص بيِّن في متوسط الحرارة في كل فصل من فصول السنة . وهذا النقص يفضي الى امتداد الغطاء الجليدي في كل الفصول . وامتداد الغطاء الجليدي ينشأ عنهُ ضياع جانب من حرارة الشمس لان الجليد يعكس اشعتها ولا يمتصها . ثم انهُ بفعل الرياح التي تهب من فوقهِ الى البلدان المجاورة لهُ يخفض متوسط حرارتها كذلك . ثم ان مقدار البخار المائي في الهواء—وهو بمثابة دثار للأرض يقيها من اشعاع الحرارة التي تمتصها — يقل لان مقدار البخار الذي يمكن ان يحتويهُ مقدار من الهواء يقل بانخفاض حرارة الهواء . فينشأ عن كل ذلك تحولات ثانوية في الغيوم والرياح والعواصف وكل الظواهر الجوية بوجهٍ عام. على ان سائلاً قد يسأل: اذا فرضنا ان هذه البراكين اطلقت كل ما في جوفها وخمدت بعد ثوران متواصل مدة عشر سنوات او عشرين سنة او خمسين سنة ، افلا تعود الارض حينئذ الى سابق عهدها من الدفء والجو المعتدل؟ والجواب: قد تعود وقد لا تعود. كل ذلك رهن بمدى انحرافها عن متوسط حرارتها المعتاد . فنحن نعلم اننا اذا أملنا جسماً عن قاعدته ميلاً خفيفاً وتركناهُ عاد الى وضعهِ السابق. ولكن اذا كان الميل كبيراً فقدَ توازنه وهوى

وهذا المبدأ ينطبق على امتداد الجليد والثلج على سطح الارض في عصر هبطت فيهِ حرارة جوها وسطحها . فاذا كان هبوط الحرارة يسيراً قصير المدى وامتداد الجليد والثلج قليلاً ، تكفي ازالة السبب الباعث عليها لعودة الحالة الجوية الى اعتدالها السابق . اما اذا كان هبوط الحرارة طويل المدى وامتداد الجليد والثلج عظيماً ، فازالة سبب البرد لا يكفي لزوال نتائجهِ بل قد يزداد اثر البرد بعد زوال سببهِ لأنَّ المناطق المغطاة بالجليد تمضي في زيادة برودة الهواء في المناطق المجاورة لها بما تعكسهُ من حرارة الشمس بدلاً من ان تمتصهُ

ثمر داني القطوف

منطق الاكتشاف والاختراع

العلم وحياتنا اليومية .

رواية الكلمات المجنحة

التلفزة : اصولها وعجائبها

مخاطبة المريخ

اجنحة المستقبل

السفن السهمية

الاشعة السينية في الصناعة

العلم ومشكلة الوقود

صفحات من عجائب اللاسلكي

من ثمارهم تعرفونهم

[انجيل متى]

هذه المخترعات . . . هي اعضاؤنا الجديدة التي نسيطر بها على بيئتنا . . فنحن نصنع اذرعاً جبارة نشيد بها اهراماً اقتضى تشييدها عمل الوف الوف من العمال في العصور الغابرة . . . ونبني عيوناً ضخمة ترود رحاب الفضاء ، واخرى صغيرة تنفذ الى الخلايا والذرات . اننا نتكلم اذا شئنا بأصوات خافتة من قارة الى قارة فوق البحار والجبال . اننا نسير فوق سطح الارض وفي الهواء بتلك الحرية التي اتصفت بها آلهة الاقدمين . . . .

ان العمل الجسدي الذي سفل بالسيد والمسود في العصور الغابرة قد رفع عن كواهل الانسان وعهد به الى عضلات من الحديد والصلب لا تتعب . وقريباً يصبح كل شلال ، وكل ريح تهب ، مصدراً تنسكب منهُ الطاقة المفيدة في المعامل والبيوت ، فيصبح الانسان حراً من معظم القيود التي كانت تكبله ، وينصرف الى اعمال العقل ومطالب الحياة العليا

فالاستنباط يحرر المستعبَدين لا الثورة

[ول دورانت]



منطق الاكتشاف والاختراع

المنطق وجهان من وجوه التطبيق الاول هو منطق الاستدلال والتحقيق وبهِ تمتحن الحقائق وتنظَّم . والثاني منطق الاكتشاف والاختراع وبهِ يكشف عن حقائق جديدة . فلننظر الآن في منطق الاكتشاف والاختراع

قد لا يستطيع الانسان ان يزيد بالتفكير المنطقي قدماً الى قامتهِ ولكن لا ريب في انهُ يستطيع ان يكشف عن حقائق مجهولة ويبدع أدوات ووسائل لا عهد له بها من قبل اذا أجاد استعمال الفكر . فاذا وجدتَ في بلادٍ ما عقولاً مبدعة فقل ثمة شيء جديد تحت الشمس

ونحن كلنا مكتشفون ومخترعون في نواحينا الصغيرة المتواضعة . وتكون هذه الناحية فينا على أقواها وأظهرها في حداثتنا اذ نكون أحراراً في السير وراء عقولنا المتحيّرة المتسائلة عن كلّ ما تجهلهُ — وما أكثر الامور التي نجهلها ! فاذا تخطينا دور الحداثة أخذنا نستند الى ما تعلمناه ونعتمد على ما أبدعتهُ عقول الافذاذ من رجال الفكر

والغرض من هذا المقال النظر في طرق التفكير التي تنطوي عليها عمليات الاكتشاف والاختراع

اذا نظرنا الى التاريخ نظراً مشارفاً رأينا ان أعظم المخترعات أبسطها لانها كانت خطوات العقل المبدع الاولى في طريق الاستنباط . وقد تمت لما كان الجنس البشري في حداثتهِ . ولعلنا نضع في رأس القائمة استنباط العجلة او الدولاب . فالدولاب لا يزال هو هو في مبدإه سواءٌ أكان قطعة من جذع شجرة اسطواني الشكل او عجلة من عجلات السيارات الحديثة خارجهُ اطار من اللستك (المطاط) وحول محوره كريات صغيرة وزيت لمنع الاحتكاك . والناس في هذا العصر يتنقلون وينقلون ما يحتاجون اليهِ على العجلات . ومع ان هذه العجلات من صنع الانسان لكنها لا تشتمل من الاختراع الاول الاَّ على مبدإه

فالعجلة هي رمز للصناعة والتنقل . ومع ذلك لا نستطيع ان نرفع نصباً تذكاريًّا لمخترعها بصفة كونهِ محسناً الى الانسانية لاننا لا نعرفهُ . ولا نعرف كذلك هل اخترعت العجلة ثم أسدل عليها ستار النسيان فاعيد اختراعها ثانية وثالثة . على ان جهلنا اسم ذلك المخترع او اولئك المخترعين لا ينقص من قيمة العمل الذي ينطوي على استعمال الخيال استعمالاً مبدعاً فان فيهِ قبساً من شعلة العبقرية

أو خذ مثلاً بعض المخترعات البيتية التي تستعمل كلَّ يوم وكان الانسان البدائي يعرفها ويمارسها كالدباغة والخياطة والحدادة والطبخ والطحن والخبز وصهر المعادن وبناء الزورق ومجذافه والقوس

وسهمها والخيام والفؤوس والنبابيت والصنانير والابر والسكاكين والسطوح المنحنية والعتلات (العتلة : الرافعة او المحل) . وجميع هـذه المخترعات لمخترعين مجهولين . ولكنها تثبت ما في خيال الانسان البدائي وتفكيره من قوى الابداع التي جرت على قواعد من المنطق فأصبحت في عصر العلم منبثق الاولب والعدسة والبوصلة والترمومتر (ميزان الحرارة) والبارومتر (مقياس ضغط الهواء) والفرملة والمكرسكوب والتلسكوب والدوامة (الجيروسكوب) والآلة البخارية والمغناطيس المكهرب والتلغراف والتلفون والفونغراف والصور المتحركة والراديو وأشعة اكس

أضف الى كل اولئك وجوه التطبيق والاتقان التي تضاف كل سنة الى المخترعات الاساسية يصبح مشهد الارتقاء البشري سلسلة محكمة الحلقات من مبتدعات الخيال المبدع . ان مصلحة تسجيل المستنبطات الجديدة في الحكومة الاميركية تخرج كلَّ سنة ستين الف أجازة للمستنبطين — اي بمتوسط مائتي اجازة كل يوم

الاكتشاف والاختراع ! هما ناحيتا التفكير المبدع . فكيف يختلفان ؟ الباحث يكشف مبدأً جديداً من مبادىء الطبيعة او يكشف عن علاقة بين سببٍ ومسبَّبٍ كانت مجهولة . ولكنهُ يخترع (أو يستنبط) أداةً تكون وسيلة لتوسيع نطاق البحث او لاستخدام القوى الطبيعية

فنيوتن اكتشف مبدأ الجاذبية وناموسها . وغليليو ناموس الاجسام الساقطة . وباستور علاقة الجراثيم بالامراض . ورُس ان البعوض (انوفيليس) ينقل جراثيم الملاريا . ومورتن ان الاثير يخدّر وينوّم . فكل هـذه الأمور كائنة في الطبيعة وهي تتباين من حقائق مفردة الى نواميس تشمل حركات الاجرام . فكلها كانت قبلما جاءَ الباحثون المبدعون فرفعوا بمباحثهم الغطاء الذي كان يحجبها عن عيوننا الفكرية

أما المكرسكوب والتلسكوب وغيرها من أدوات العلم فمخترعات أي أنها أشياء لم تكن فخلقت من العدم . وقد يندمج الاكتشاف والاختراع في عمل واحد . فمبادىء المخاطبات اللاسلكية وادواتها الاولى ظهرت في وقت واحد تقريباً . على ان الاكتشاف يتقدم الاختراع غالباً . ثم يفضي الاختراع الى مكتشفات اخرى . فلولا التلسكوب والمكرسكوب وغيرها من آلات القياس والتدوين الدقيقة لما تمكن العلماء من كشف المذهب المكروبي ونظرية النسبية وتحقيقهما

والمكتشفات ترتبط عادة بالاسباب والنتائج العامة في عالمي الطبيعة والعقل ، واما المخترعات فتطبيقات عملية . وكلاهما يقتضي قوة ابداع في الخيال والفكر

﴿ الحاجة والاستطلاع ﴾ قيل ان الحاجة تفتق الحيلة . وان الحاجة ام الاختراع . والواقع ان الحاجة في هذا العصر قد تلبس ثوب الرغبة في الربح او الرفاهة . ومن اشهر الامثلة على ذلك اكتشاف مبدإٍ ثقل الاجسام في الماءِ الذي اكتشفهُ ارخميدس احد المكتشفين العظام في التاريخ القديم . ويقال ان الملك هيرو ملك سيراقوسة بصقلية ارتاب في صائغهِ الذي عهد اليهِ في صنع تاج من الذهب

الخالص وظن انهُ قد صنعهُ من ذهب مخلوط بفضة او نحاس وانهُ يطلب ثمنهُ على انهُ ذهب خالص فطلب الى ارخميدس ان يبيّن لهُ هل التاج ذهب خالص او ذهب خليط من دون ان يصاب التاج بأذى . فاكبَّ ارخميدس على هذه المسألة حتى كلّ ولم يهتدِ الى حلّها فلجأ الى حمامهِ طلباً للراحة من الكدّ الذهني واتفق ان الحمام كان ملآناً ماءً ساعة غطس فيهِ ففاض الماء على جوانبهِ ومن هنا تبينت لهُ طريقة لحلّ مسألة التاج فخرج عارياً وهو ينادي وجدتها ! وجدتها ! ذلك انهُ اكتشف حينئذٍ طريقة لتطبيق مبدأ الثقل النوعي باكتشافهِ ان قدر الماءِ الفائض في الحمام — اي القدر الذي يفيضهُ الجسم الغاطس — يتوقف على كثافة مادة الجسم

وتنشأ المكتشفات والمخترعات من طلب المعرفة عن طريقة حب الاستطلاع . وفي هذا الطلب يعترضنا صنفان من المسائل : — اولاً — ما سبب الكسوف والخسوف والسرطان والمدّ والجزر والاختمار والصدإ والانفجار والعمى اللوني والجنون ؟ والجواب نظرية والبرهان عليها — وهو الاكتشاف . والصنف الثاني — كيف نحقق غرضاً معيناً : كيف نجتاز نهراً او نجفف مستنقعاً او نقيس الزمان او نتخاطب على مسافة ؟ والجواب جسر او زورق وسيفون وساعة وتلغراف وتلفون وراديو — وهو الاختراع

وما نريد ان نوضحهُ في هذا المقام — وهذا هو الجانب المنطقي او الفكري في الامر — ان الاكتشاف يتناول المبادىء والاختراع يتناول التطبيق . وقد يكون احد العملين بعيداً عن الآخر في الزمان والفكر وقد يندمج احدهما في الآخر حتى يتعذر فصلهما . ولكن وراءَ الاكتشاف والاستنباط المقدرة على تعرّف مشكلة تتطلب الحل والبراعة في توجيه السؤال الذي يفضي الى اكتشاف او استنباط يكون ذا أثر في التاريخ والعمران

لنضرب على ذلك مثلاً بالستيريوسكوب وهو نظارة معروفة توضع امامها صورتان لشبح واحد فيظهر الشبح مجسّماً كانك تنظر اليهِ حقيقة لا كأنك تنظر الى صورتهِ الفوتغرافية المسطحة . فهذه الآلة بنيت على السؤال الآتي : كيف نرى الاجسام مجسّمة ؟ وكان لا بدّ من عقل مبدع وخيال نافذ لتوجيهِ هذا السؤال وادراك ان رؤيتنا الاجسام مجسّمة تنطوي على مسألة تتطلب حلاً . فالعقل العادي يسلّم باننا نرى الاجسام مجسّمة ولكن السر تشارلس هويتستون — وغيره — اكتشف ان صفة التجسيم في البصر تنجم عن ان كل عين من عيني الانسان تتلقى من الجسم الصلد المرئي اشعةً تريها جانباً يختلف قليلاً عن الجانب الذي تراه العين الاخرى . والدماغ يوحّد بين الصورتين الواصلتين اليهِ فيظهر الجسم للعين مجسّماً . فاذا اخذتَ صورتين لجسم واحد تختلف احداهما عن الاخرى اختلافاً طفيفاً كأنك تنظر اليهِ بعين واحدة فبالعين الاخرى ، ثم وضعت الصورتين على لوحة ونظرت اليهما بحيث ترى كلُّ عين الصورةَ الخاصة بها فهذا يكفل رؤيتك الشبح مجسّماً . كذلك بنى هويتستون ستيريوسكوبهُ . ثم حسّنهُ دافيد بروستر ثم اتقنهُ غيرهما — وفي

هذا المثل يتضح لنا ان الاكتشاف والاستنباط سارا جنباً الى جنب

وقد مضى الستيريسكوب كلعبة يتسلى بها الناس في مجتمعاتهم البيتية ولكنهُ ادى خدمة علمية جليلة . ولا يزال المشتغلون بشؤون الصور المتحركة يؤملون استنباط طريقة تمكنهم من تطبيق مبدإ الستيريوسكوب على السيما فترى صورها مجسَّمة كأننا نشهد التمثيل في مسرح . ولا يزال الطبيب ينظر الى صور اشعة اكس ليرى العظام المصورة فيها مجسَّمة

﴿ باعث الابداع ﴾ ان ذكر السيما يعيد الى الذهن اكتشاف مبدإ آخر يعرف علميًّا بالمبدإ (الستريوسكوبي) او تصوير الحركة . ونحن لا نعلم من اكتشفهُ اولاً ولكن يظهر انهُ كان معروفاً من بضعة قرون . وأما السؤال الذي افضى اليهِ فكان : كيف نستطيع ان نرى جسماً متحركاً ؟ فكان الجواب عن هذا السؤال مؤلفاً من ثلاث مراتب (اولاً) اعرض امام العين لمحات من الجسم المتحرك متعاقبة سريعة منفصلة . (ثانياً) لتكن كل لمحة صورة هذا الجسم المتحرك في حالة تختلف قليلاً عما يسبقها وعما يليها . و(ثالثاً) ليكن بين الصورة والاخرى فترة قصيرة معينة حتى لا تندمج اشباح الصور المتعاقبة بعضها في بعض . فاذا تمكنا من تحقيق هذه الشروط الثلاثة تمكنا من رؤية جسم متحرك حركة سريعة . ولكن الصعوبة كانت قبلاً في امكان تصوير الجسم المتحرك صوراً سريعة متعاقبة في حالاتهِ المختلفة . فحُلَّت هذه المشكلة لما استنبطت طريقة التصوير الشمسي السريع على فلم متحرك ومن ثمَّ استنبطت آلة التصوير السينمائي وآلة عرض الافلام فنشأت من ذلك كلهِ ، الصور المتحركة وارتقت

فصناعة الصور المتحركة العظيمة بنيت كلها على هذا المبدإ الستريوسكوبي . وترجع كلها الى ذلك العقل المتسائل الذي لم يكتف برؤية جسم متحرك بل وجد فيهِ ما يحدوهُ الى فهم هذه الرؤية وكيف يمكن تدوينها

***

قلنا ان التطبيق العملي وجني الفائدة المادية من اهم البواعث على الاستنباط . فصورة التخاطب على المسافة البعيدة التي رآها بل Bell بخيالهِ دفعت بهِ الى محاولة استنباط طريقة لتحقيقها فاخترع التلفون المبني على مبدإ القرص المتذبذب تذبذباً كهربائيًّا . اما اديصن فبحث في كل انحاء الارض عن مادة لمصباحهِ الكهربائي . ومع ذلك لم يحلم هرتز ولا رنتجن لما قاما بمباحثهما في الاشعة المجهولة (الاشعة اللاسلكية واشعة اكس) انهُ سيجيء يوم تستعملان فيهِ في الطب والجراحة والمخاطبات . وكل ما هنالك انهما شعرا بدافع غريب لاستطلاع طلع هذه الامواج . وقد بني على اشعة اكس سلسلة من التطبيقات تتباين من استعمال اشعة اكس في الجراحة والطب الى فوائدها الصناعية في امتحان قوة المعادن ومعرفة تركيبها الذري الى معرفة الصحيح والمزيف من الصور الزيتية القديمة

ومما يجب الاشارة اليه اشارة موجزة ان سبيل الاختراع هو في الغالب سبيل التحسين والاتقان والتوسع والجمع بين مستنبطات مختلفة لابداع مستنبط جديد . فالمخترعات الاساسية هي في الواقع قليلة جداً . واما الاشكال التي تتخذها فعديدة تكاد لاتحصى

خذ المطرقة مثلاً فهي مخترع اساسي . ولكنها مع ذلك تنطوي على مبدأين كان لا بدّ من اكتشافهما قبل استنباط المطرقة وهما المبدأ القائل بأن المادة الصلدة القاسية تستطيع ان تخترق المادة اللينة وان الضربة اقوى فعلاً من الضغط فصُنِع المسمار لاختراق الخشب وصنعت المطرقة لادخاله بالضرب عليهِ لا بالضغط عليهِ . ومن هذين المبدأين نشأت كل الادوات المستعملة في الطرق من مطارق اليد الى المطارق البخارية وغيرها

والسكين هو منشأ كل الأدوات القاطعة التي تنطوي على وجوب كونها قاسية وذات حدّ ماض . وماكنة الخياطة ليست الاَّ أداة معقدة مبنية على المبادىء الآتية — تماسك دقائق الخيط واختراق الفولاذ للاقمشة وتحويل الحركة الدائرية الى حركة عمودية . وكذلك نرى ان قول «لا جديد تحت الشمس» يستطاع تأويله من ناحيتين . فاذا حسبنا ان معظم المخترعات انما ينطوي على بضعة مبادىء ومخترعات أساسية فقليل ما هو جديد تحت الشمس . ولكن جمع هذه المبادىء والمخترعات في اشكال طريفة لتأدية أعمال خاصة يجعل كل مخترع جديداً تحت الشمس

وطريق ارتقاء المخترعات طريق معروف — فيهِ تتجلى لنا القيود التي تنوء بها اكبر العقول . فالمكتاب الاول وآلة الخياطة الاولى والسيارة الاولى والتلغراف الاول — كلها لعب اطفال أزاء ما يقابلها الآن رغم تفوق مستنبطيها . ذلك ان المخترعات تبلغ مرتبة الاتقان بالتحسين المتوالي — وكل خطوة في هذا السبيل هي خطوة اختراع بحد ذاتها

﴿ الخيال . . . او الوحي . . . ﴾ والحجر الذي يتم بهِ عقد الفكر فيسفر عن اكتشافٍ او اختراع ، مقتطَع من منجم الخيال او هابط من منزل الالهام

قد يحتم على الباحث ان يقضي سنوات متوالية في المشاهد والتجربة ليؤيد صحة نظرية او ليصحح خطأً تسرب اليها . ولكن هذا لا يغني عن لمحة الوحي التي لا بدَّ منها لاخراج النظرية من العدم الى الوجود . لو أتيح لنا أن نسأل داروِن كيف كشف عن مبدإ النشوء لما أجاب بغير هذا :— تأثرَ بما شاهده في أصناف الحيوانات من وجوه التشابه واسترعى انتباهَهُ ان وجوه الاختلاف كانت تتفق عادة مع بيئة كل صنف منها فظنَّ أن لا بدَّ من مبدإ عام لتعليل ذلك . وكان مبدأ الخلق المستقلّ — اي ان كل صنف خُلق على حدة — مما لا يسلم بهِ العقل العلمي فاستنبط المبدأ القائم على اثر البيئة وتنازع البقاء وبقاءِ الأنسب لتعليل نشوء الانواع . ولكن كيف خطر مبدأ النشوء على ذهن داروِن ؟ انهُ لا يستطيع ان يبين لك ذلك . سمهِ وحياً والهاماً او لمحة من لمحات العبقرية — او سمهِ ماشئت فان تسميتهُ لا تجلو حقيقتهُ

ومما لا ريب فيهِ ان في كل اكتشاف او اختراع حلقة يتوقف عليها نجاح كل عمل فكري مبتدع فكأنها عمل الجمع بين شيئين او معنيين على وجهه جديد . فنيوتن من اعظم المكتشفين في التاريخ . كان الشيء الاول «وقوع التفاحة» وهو فعل عادي يعرفهُ جميع الناس . فضمَّهُ الى شيء آخر «هو القوى الكونية » كقوة الشمس في حفظ السيارات دائرة حولها فخرج من ذلك بناموس الجاذبية . كم تفاحة نضجت على امها وسقطت الى الارض قبل نيوتن.ولكن هذه التفاحة الساقطة امام عينيهِ اثارت عقله المبدع

وقد تمت مكتشفات فراداي الكهربائية العظيمة عن طريق التجربة . فهذه الكهربائية من جهة. وتلك المغنطيسية من جهة اخرى . فجمع بينهما وبذلك كشف عن القوى الكهربائية المغنطيسية التي نشأ منها المولد الكهربائي والمحرك الكهربائي وعليهما بنيت كل الصناعات الكهربائية العظيمة . واعتمد فرنكلين على المشاهدة والتجربة فجمع بين الصاعقة وانطلاق الشحنة الكهربائية فاستنبط قضيب الصاعقة . واجتمع لغلفني ثلاثة عوامل هي المشاهدة والتجربة والصدفة — صدفة لمسهِ لفخذ ضفدع بقضيب حديدي مكهرب — فلاحظ انقباضها فأفضى كل ذلك الى مباحثهِ في كهربائية الجسم الحي التي كان لها اثر كبير في ارتقاء الفسيولوجيا ولو خيال غلفني وعقلهُ المدرك لذهبت هذه الصدفة في سبيل غيرها لا يقام لها وزن

او خذ قصة غليليو . فان مشاهدتهُ لخطرات مصباح معلق في كاتدرائية بيزا خلفت في عقلهِ مبدأ استعمال الرقاص (او البندول) للتوقيت المبني على ان سرعة حركة الرقاص تنقص بزيادة طولهِ وتزيد بزيادة قصره . وجاء بعدهُ مستنبط فصنع الساعة ذات الرقاص . فالمصباح المعلق كان في نظر سائر المصلين رمزاً دينيًّا واما في نظر غليليو فكان اداة للكشف عن اسرار الطبيعة.وفي تلك اللحظة كانت الكاتدرائية معملاً طبيعيًّا لهُ . ومن ثم مضى في مباحثهِ ومكتشفاتهِ فاضطهد وسجن وحمل على نبذ آرائهِ ولكن طريقة التجربة والبحث انتصرت

﴿ ادوات الفكر ﴾ نقع في علم الطبيعة على اشهر الامثلة في تاريخ الاكتشاف والاختراع ولكننا اذا استقصينا فروع علوم الاحياء والاجتماع وجدنا امثلة لا تقل عما تقدم بلاغة في دلالتها ومن اشهر المكتشفات المبنية على التجربة في علوم الاحياء اكتشاف هرفي لدورة الدم (١٦٢٨) فكان ذلك باعثاً على اثارة روح البحث وتوسيع نطاقهِ ووضع نظامٍ صحيحٍ للخيال المبدع ربطهُ ربطاً محكماً بالحقيقة والدليل . فمضى الناس بعد ذلك التاريخ يبحثون بروح جديدة ومنطق صحيح . كان الخيال قبل ذلك وثاباً لا يقوم على الحقائق التي يمكن تأييدها ولا يتصل بها . وكان اكثر الاعتماد قبلاً على المشاهدة فصار على المشاهدة والتجربة . ومن نواميس الارتقاء العلمي انهُ حيث يعتمد البحث على المشاهدة فقط يزحف العلم زحفاً واما حيث يعتمد على المشاهدة والتجربة معاً فيكاد يطير طيراناً

واكتشاف هارفي خطير لانهُ كان دافعاً قويًّا لترقية علوم الحياة . وهذا العلم كان مثاراً لجدل

كثير لصلته الشديدة بالناس ، فكانوا يقولون : ان تجربة التجارب بالجوامد شيء واما تعريض النسيج الحي للتجربة فمناف لنظام الخالق . ومن هنا الاعتراض على تشريح الجثث للبحث الطبي . ولا تزال طائفة كبيرة من الناس مقاومة لتجربة التجارب في الحيوانات الحية

وعليهِ نستطيع ان نلخص ارتقاء المعرفة الحديثة في ثلاث خطوات (١) فوز الطريقة التجريبية (٢) تأسيس معامل البحث (٣) تشجيع البحث العلمي المجرد والعملي . هذه هي الخدمات التي أدتها العصور الحديثة لتوسيع نطاق الاكتشاف والاختراع وتنظيمهما . ولكنها كلها لا تخلق المفكر المبدع وانما تتيح لهُ فرصة الظهور

***

على ان المكتشفات والمخترعات لا تنحصر في الشؤون والاشياء الطبيعية والمادية . اذ ثمة مخترعات عقلية غرضها ان تكون ادوات للتفكير . فاللغة والنطق والكتابة والعدد كلها مخترعات أبدعها العقل المبدع ليرتفع عليها الى أعلى قمم المعرفة والفهم

فأصول اللغة والعدد ضائعة في صفحات التاريخ المطوية . ولعلّ الصوت الاول الذي فاه بهِ الانسان للتعبير عن شيء او علاقة بين شيئين هو أعظم المخترعات الانسانية على الاطلاق وتنويع هذا الصوت وتنظيمهُ حتى يستطيع الانسان أن يعرب بهِ عن جميع حالاتهِ النفسية والفكرية . عن أفراده وجموعهِ ، عن زمانهِ ماضياً وحاضراً ومستقبلاً ، عن الصفات والعلاقات والمسائل وكل ما يقوم في ذهنهِ من صور — هو أبلغ مثل على العقل يبدع ادوات لخدمتهِ . فاللغة افعل أدوات التفكير

وما النطق والكتابة الاَّ اختراعين صميمين كما ان القوس والمحراث اختراعان . وفي ارتقائهما تظهر الآثار التي تبدو غالباً في تاريخ اتقان المخترعات المادية . فالكتابة كانت اولاً صوراً وهذا في حدّ ذاتهِ اختراع عظيم . ولكن العبقرية تجلت لما استعملت الحروف للدلالة على الأصوات ومن مجموعها صنعت الكلمات للدلالة على الاشياء والمعاني. ولولا استنباط الابجدية لقضي على كل المخترعات القديمة بالاندثار الاَّ ما امكن نقله سماعاً . فالكتابة توسع نطاق الذاكرة القومية وتكمل الذاكرة الفردية . والعالم الحديث مبني على مدوّنات الماضي

ثم ان العدّ والقياس والعدد مخترعات فكرية لا مثيل لها في الطبيعة أبدعها الانسان معواناً له على التفكير . فالقياس أساس العلم . ان موازين القوى ومقاييس الزمان والمكان تمدنا بلغة مضبوطة المقادير . فنحن الآن لا نتكهن بل نحسب ونضبط . وما يصحُّ في عرض البحار باستعمال السدس والبوصلة لقياس المسافات وضبط مسير السفينة يصح كذلك في جميع نواحي الحياة . ولولا القياس الدقيق لتعذر خلق العلم الحديث . فعصر الآلة هو عصر الدقة. والآلة تحلُّ محل الطاقة الانسانية وتفوق بنتائجها نتائج براعتهِ . والمخترعات الفكرية هي أدوات التفكير التي لا يستغنى عنها

العلم وحياتنا اليومية

﴿ العلم والفلاح ﴾ الزراعة اقدم أعمال الانسان المتمدن واوثقها صلةً بحياته . والمباحث العلمية الحديثة في طبائع الأرض والتربة قد ايَّدت معظم النتائج العامة التي توصل اليها الانسان القديم بالممارسة الطويلة . فقد ادرك الفلاحون الاقدمون ان روث الحيوانات يزيد خصب الارض . فأثبت العلم الحديث ان التربة تستمدُّ من روث الحيوانات مركَّبات النتروجين التي لا ندحة عنها لحياة النبات . فلما ارتقى البحث في العهد الحديث اصبح في مستطاع الانسان ان يصنع هذه المركبات في شكلٍ مركّز ، هي الاسمدة الكيماوية ، واضافتها الى التربة تزيد خصبها اضعافاً كثيرةً . وكذلك شرع الانسان يستعمل الاسمدة الطبيعية النقية اولاً مثل نترات الصودا ثم الاسمدة الصناعية كسلفات الامونيا . ولا يخفى ان نترات الصودا يستخرج من مناجم في بلاد شيلي . فهو في الواقع سماد طبيعيّ ولكنه نقيٌّ الى حدٍّ كبير . اما سلفات الامونيا فيصنع من سوائل الامونيا في معامل الغاز . بيد ان المناجم التي تحتوي على السماد الطبيعي وشيكة النفاد ، ولابدَّ للانسان من ان يبحث عن وسائل يستطيع ان يصنع بها مركَّبات النتروجين التي لاندحة عنها لخصب ارضهِ

والهواء اغنى مصادر النتروجين . فأربعة اخماس الهواء نتروجين حرٌّ مباح لمن يشاء . ولكن النتروجين في الهواء غاز غير قابل للتفاعل مع العناصر الاخرى ، وانما يختلط اختلاطاً بالاكسجين الذي لابدَّ منهُ للحياة . فالمشكلة التي اعترضت العلماء هي مشكلة استنباط طريقة لحمل جانب يسير من هذا النتروجين على الاتحاد بالعناصر الاخرى ، فتصنع منهُ المركَّبات النتروجينية اللازمة للتربة . وهذا العمل يعرف بتثبيت النتروجين الجوّي . ولم يفلح علماء الكيمياء في حل هذه المشكلة الاَّ في العقد الثاني من القرن العشرين

ولذلك غير طريقة واحدة . منها الطريقة المستعملة في بلاد النرويج ، حيث يحمل اكسجين الهواء على الاتحاد بنتروجينهِ ، بواسطة نور القوس الكهربائي . وبعد ذلك يحوَّل هذا الاكسيد الى المركَّبات الاخرى . ولكن لما نشبت الحرب العالمية وقلَّ ورود نترات الصودا الى المانيا ، لِما ضربهُ الحلفاء حولها من الحصر البحري ، اكتشف احد الكيماويين الالمان — فرتز هابر — طريقة تثبيت نتروجين الهواء بجعله يتحد بالايدروجين ، فتتولد الامونيا من اتحادهما ، ومن الامونيا ، يصنع سماد سلفات الامونيا (النشادر) الالماني المشهور . هذا من ناحية الكيماوي . اما علماء النبات فقد بينوا للفلاح ، كيف يثبّت بعض النبات من الفصيلة البقلية كالفول والعدس والحمص والبرسيم — نتروجين الهواء بواسطة حبيبات من البكتيريا على جذورهِ ، شأنها امتصاص قليل من

نتروجين الهواء وتحويله الى مركّبات نتروجينية يسهل امتصاصها على جذور النبات . فهذه الحبيبات تتناول النتروجين من الهواء اولاً ثم تناولهُ الى النبات في شكل يسهل عليه امتصاصهُ . واكتشاف هذه الحقيقة مكّن علماء الزراعة من اعداد التربة لزراعة نبات يستنفد كثيراً من المركبات النتروجينية في خلال نموّهِ ، بزراعة نبات من هذه الفصيلة اولاً ، فيمد التربة بالمركّبات النتروجينية اللازمة للمحصول التالي

ثم ان علم الوراثة اصبح لهُ شأن عظيم عند الفلاّح . ذلك ان القواعد التي كشفهامندل والذين جروا مجراهُ ، قد مكّنت العلماءَ من استنباط اصناف جديدةمن الحنطة والشعير والبطاطس وغيرها ، اكثر محصولاً واشدُّ مقاومة للآفات . ثم انزراعة اشجار الفاكهة قد خضعت للسيطرة العلمية وخصوصاً ما كان منها مرتبطاً بمكافحة الحشرات،وتطعيم الاشجار . بل ان المباحث العلمية قد زادت مقدار السكّر في قصب السكر والبنجر ثلاثة اضعاف . ثم ان التجارب تجرّب لاستنباط وسائل لتجفيف العشب تجفيفاً صناعيـّاً،وقد اثبتت هذه التجارب ان قيمة العشب الغذائية،من حيث هو علف للمواشي ، تزيد اذا جفف تجفيفاً سريعاً . وكذلك يبطل القول المأثور في الغرب « اصنع التبن مازالت الشمس مشرقة »

وكانت الزراعة في الماضي عملاً يدويًّا في الغالب . وهي لا تزال كذلك في معظم اسيا وافريقية وبعض اوربا . فلا نزال نرى في الصين والهند ومصر وايطاليا،الثيران تجرُّ المحاريث القديمة ،والنساءَ يجمعنَ التبن ويحزمنَهُ في اوربا الشرقية والمتوسطة.وهي مشاهد خلدتها صورة الانجلوس المشهورة واضرابها. ولكن العلم والصناعة اخذا يغزوان الزراعة بالوسائل الميكانيكية للحرث والبذر والحصد والجني ، وكثيراً ما نرى الآلات التي تسير بقوة الاحتراق الداخلي (كالسيارات) تحرث وتبذر وتحصد . ولعلَّ الأمة التي شأت سائر الامم في هذه الناحية هي الولايات المتحدة الاميركية

ولكن استعمال الآلات في الزراعة يخلق مشكلات اجتماعية لابدَّ من مواجهتها.فاذا كان المحراث الآليُّ ، يعمل عمل عشرة محاريث تجرُّها الخيل ولا يحتاج الاّ الى عمل رجل واحد ، فلا بدَّ للمجتمع من ان يبحث عن عمل للرجال التسعة ، الذين تعطّلوا عن العمل لاستعمال الآلات . واذا كان الجري على الاساليب العلمية في الحرث والزرع والتسميد يمكننا من ان ننتج حبتين من الحنطة حيث كنا لا ننتج الاّ حبة واحدة ، فلا بدَّ أن يأتي يوم (وقد رأينا ذلك بعيوننا في ما نعانيه الآن) تهبط فيه اسعار المحاصيل ، فلا تدرُّ ربحاً ما على زرّاعها ، وينكب العالم بضائقة اقتصادية خانقة . وقد اشارت احدى المجلات العلمية ، الى ان زرّاع اشجار المطاط يرفضون استعمال الاسمدة الخاصة بهذه الاشجار لأن الاسعار التي يبيعون بها مطّاطهم الآن اقل من ان تغريهم بزيادة المحصول . والعلاج لمثل هذه المشكلات ليس اقلال الانتاج ، في المصانع والحقول ، لانَّ الوف الالوف من الناس في بقاع مختلفة من الارض ، لا يزالون يحتاجون الى ضرورات العيش وهم

لا ينالونها، وانما العلاج يقوم بتنظيم الانتاج والتوزيع تنظيماً علمياً عالمياً

﴿ فوائد البكتيريا ﴾ اثبتت مباحث العلماء ان البكتيريا طائفتان. طائفة ضارّة تسبب الامراض وأخرى مفيدة تحدث التخمير وتستمدُّ النتروجين من الهواءِ وتحولهُ غذاءً للنبات. فخصب الارض الى حدّ بعيد مرهون بفعل البكتيريا. وخصب الارض اساس لحياة النبات والحيوان. ثم ان صنفاً من البكتيريا في معد وامعاء الحيوانات ذوات الحافر كالفرس والجمل والغنم والبقر، يمكنها من هضم القش والتبن، واذاً فالبكتيريا لابدَّ منها لحياة الانسان اللاحم. على ان الانسان ادرك فائدة هذه الاحياءِ الدقيقة، قبل ان تدرس في المعمل على شريحة المكرسكوب. فاستعملها في صنع العجين الذي لا يختمر ولا يصبح صالحاً للخبز، الاّ اذا اضيف اليهِ قليل من الخميرة والخميرة قريبة الصلة بالبكتيريا. ثم ان تعطن عيدان الكتان في الازمنة القديمة دلَّ على انهُ فهم عمل هذه الاحياءِ من دون ان يراها. يضاف الى ذلك استخراج الكحول بتخمير السكر والنشاءِ. كل ذلك يتوقف على فعل البكتيريا ولكن البحث الحديث بيَّن لنا كيف تفعل البكتيريا هذه الافعال، فمهّد للانسان سبيل السيطرة عليها

فقد عني باستور العظيم في دور من ادوار حياتهِ بالبحث في طرق صنع الجعة، فاكتشف ان تحضير الجعة بحسب الطرق القديمة، قد يفضي احياناً الى حموضتها بدخول بكتيريا اخرى من الهواء، غير البكتيريا الخاصة بصنع الجعة. وتلاهُ بحَّاث آخرون اثبتوا كذلك ان انضاج الجبن والزبدة بمجرّد تعريضها للبكتيريا التي في الهواءِ، قد يفضي الى دخول بكتيريا ضارَّة بها، تفسدها وتجعلها غير صالحة للأكل. لذلك ترى في مصانع الالبان الحديثة، مزدرعات نقية من البكتيريا الخاصة، اللازمة لتحضير الجعة، او انضاج الجبن والزبدة، وبذلك يطمئن الصانع، وصاحب المصنع، الى ان النتائج لابدَّ ان تأتي كما يتوقعها. وللاسباب عينها ترى المخابز الكبيرة تستعمل نوعاً خاصاً من الخميرة، محضراً بطريقة خاصة، تجعله نقياً من الشوائب التي قد تفسد العجين

وتستعمل البكتيريا كذلك في تحضير بعض المركّبات الكيمائية كالجليسيرين والحامض اللبنيك (لاكتيك) والحامض الليمونيك (ستريك) والخلّ. والعلماء متجهون الآن، الى وجوب السيطرة على البكتيريا التي لابدَّ منها في تحضير هذه المركّبات واضرابها، حتى لاتترك النتائج عرضة للمصادفة

اشرنا في الفقرة السابقة الى فعل بعض البكتيريا — التي في حبيبات الجذور في الفصيلة البقلية — في امتصاص نتروجين الهواءِ وتحويلهِ الى مركّبات يسهل على الجذور امتصاصها. وقد عني بعض العلماءِ حديثاً، باعداد مزدرعات نقية من هذه البكتيريا، يمكن شراؤها ورشُّ الارض بها، حتى تكثر فيه المركّبات النتروجينية. والواقع ان العلم الآن في مستهلّ عصر، قد يستطيع في خلاله من استعمال البكتيريا في مئات الاغراض. وليس ما ذكرنا هنا الاّ مثالاً على نواحي فائدتها الكبيرة

﴿ العلم ومواد البناء ﴾ لم يكتف العلم بأنهُ ابدع للناس وسائل جديدة للعمل، بل ابدع لهم كذلك مواد جديدة يعملون بها. فقد حرر العلم الانسان من استرقاقهِ للطبيعة، من ناحية المواد التي

تجهزه بها . فهي آناً سخية تجود وتغدق ، وآناً بخيلة ، تقتر وتمسك ، فصار قادراً ان يحاربها في صنع أغلب ما يحتاج اليه من المواد ، مستقلاً عن جودها وامساكها . فعلم الكيمياء مثلاً ، مكن الانسان من السيطرة على خواص الفولاذ (الصلب) فيصنع منهُ صنفاً شديد القساوة ، وآخر يسهل مطّه ومده ، وثالثاً يستطيع الثبات على تقلّب الحرارة . وبهذه الاصناف من الفولاذ تمكن من صنع التربينات المائية والبخارية والمولدات والمحركات الكهربائية وآلة الاحتراق الداخلي وكل الادوات اللازمة التي يقتضيها القياس الدقيق في العلم والصناعة

خطا الانسان الخطوة الاولى نحو السيطرة على الفولاذ في أواسط القرن التاسع عشر . وكان الحديد الصلب ، معتمد المهندسين ، في بناء خطوط السكك الحديدية والآلات الضخمة لان الفولاذ كان لا يزال غالي الثمن عسر المنال . ولكن في سنة ١٨٥٦ استنبط المهندس البريطاني هنري بسمر Bessemer (١٨١٣ — ١٨٩٨) طريقة لصنع الفولاذ من دون نفقة كبيرة . والمبدأ في طريقته نفخ الهواء المضغوط في الحديد الخام المصهور فتتأكسد الشوائب التي تخالطه . وبذلك يتنقى ، فاذا تماسكت دقائقه لم يكن بينها ما يجعله قصماً . فاذا أضيف الى الحديد المصهور الذي عولج بهذه الطريقة قليل من الكربون او السلكون او المنغنيس ، جعلت خواص الفولاذ على مايشتهيها الصانع

واستنباط هذه الطريقة لصنع الفولاذ من دون نفقة كبيرة ، مهد السبيل لارتقاء المواصلات بواسطة السكك الحديدية والسفن البخارية . وكذلك ترى ان القاطرة الحديثة ، لا تختلف في اصولها عن القاطرات التي صنعها مستنبطها ستيفنسن في اخريات أيامه ، وانما تفوقها ، لان فولاذ هذه يفوق حديد تلك . ولا يخفى ان بناء البواخر الحديثة ، ما كان مستطاعاً لولا اتساع معرفة المهندسين بخواص الفولاذ ، ومقدرتهم على صنعهِ بحسب ما يريدون . يضاف الى ذلك انهم يستعملون الآن الاشعة السينية في امتحان قطع الفولاذ المستعملة ، ليكتشفوا ما فيها من مواطن الضعف في بنائها . وفي العهد الحديث ، اهدت الكيمياء الصناعية الى الانسان مادة جديدة من مواد البناء ، نعني الخرسانة المسلحة التي يبنى بها السدود العظيمة كسد خزان اسوان وخزان سنار ، وحواجز الامواج والصروح الشامخة . والخرسانة ، مزيج من الحصى والرمل والماء تربط بينها مادة لاحمة مصنوعة من الجير والصلصال . توضع الخرسانة في شكل معجون في قوالب من الخشب او الحديد ، يتخللها قضبان او أعمدة من الفولاذ ، فتتحجر وتصبح هي والاعمدة قطعة واحدة اصلب من الصخر ، والخرسانة تحمل الضغط وتحفظ الاعمدة الفولاذية من الصدإ

وقد كان لاكتشاف هذه المادة الجديدة من مواد البناء ، أثر كبير في فن العمارة ، لانها اغنت المهندسين عن اقامة الاعمدة والقناطر في الصروح العظيمة ، وقد تغيّر كذلك فن الزخرفة المعمارية ، فصرنا اميل الى الخطوط المستقيمة في المباني الحديثة ، على نحو ما يشاهد من ناطحات السحاب ، في اميركا والمباني الحديثة في عواصم اوربا ، بل في القاهرة

﴿ عجائب الكيمياء ﴾ والصناعة الحديثة لا تستغني عن الكيماوي ، لانهُ يستطيع ان ينفذ بكوامنهِ الى صميم المواد فيعرف بناءَها . فالعمال في مصانع الحديد قد يهيئون المرجل الذي يحتوي على قدر كبير من الحديد المصهور وقد خلطت بهِ مقادير معيّنة من العناصر الاخرى لتقسيتهِ او لجعله اقبل للمدّ والمط ، ولكنهم لايصبّونهُ ، حتى يأخذ الكيماوي نموذجاً منهُ ويفحصهُ ، ثم يجري العمال بحسب النتائج التي يسفر عنها بحثهُ . وفي المناطق المعدنية ، حيث تستخرج المعادن من المناجم ، ترسل نماذج من ركاز المعدن الى الكيماوي ليحللها ويفحصها . اما صناعات الزجاج والخزف والصابون والسكّر والمطاط ومواد التصوير الشمسي فكلها صناعات كيمائية ولا يستغنى فيها عن الكيماوي ووسائله

وقد اسفرت المباحث الكيمائية الحديثة ، عن صنع مواد جديدة يستطيع الصنّاع ان يستعملوها في صنع اشياء اصبح الناس لا يستغنون عنها ، بل ان التوسع في صنعها بحسب مقررات العلم ، رخّص ثمنها وقرّبها من متناول رقيقي الحال . وفي طليعة هذه المواد ، الاشياء المصنوعة من السلولوس . هذا المركّب ، المؤلف من الكربون والايدروجين والاكسجين ، هو المادة الرئيسية في جدران الخلايا النباتية . فمن السلولوس يصنع الحرير الصناعي بعد ما يحوّل الى رُبٍّ ويعالج بالصودا الكاوية ويُمَدُّ في خطوط دقيقة تعالج بعد ذلك باساليب خاصة وتصبح صالحة للنسج والحياكة . واذا عولج السلولوس بالحامض النتريك ، تولّدت مادة تعرف بالنترسلولوس . وهذه المادة اذا ضغطت في الكافور كانت لنا مادة السلولويد ، التي تستخدم عوضاً عن العاج والابنوس في مئات الاشياء كالازرار ومقابض السكاكين والامشاط وسماعات التلفون وشرائط التصوير الشمسي والصور المتحركة . فاذا وضع غشاء رقيق منها بين لوحين من الزجاج وضغطا ، تكوّن لوح زجاجي لاينشظى اذا تكسر ويستعمل الآن في السيارات امام مقعد السائق . ثم ان النتروسلولوس نفسه مادة مفرقعة وتستعمل في نسف الصخور ، وشق الطرق . فاذا حلّت ، في مواد خاصة ، تحولت الى مادة تمنح السطح الذي تبسط عليه غشاء لامعاً كالزجاج ولذلك تستعمل في دهن اجسام السيارات لحفظ معدنها من التلف

ثم اننا نستطيع الآن ان نركّب بوسائل الكيمياء الصناعية ، مواد ، ما كنّا نستطيع الحصول عليها الاّ من الطبيعة . فكحول الخشب ، كان لا يستخرج قبلاً الاّ من تقطير الخشب . اما الآن فيستطاع تركيبه بالصناعة من اول اكسيد الكربون والايدروجين . ثم ان اكسدة كحول الخشب يولد مادة « الفورمَلْدَهَيْد » التي تستعمل مطهراً ، وتباع في الصيدليات محلولة في الماء باسم « فورمالين » . فاذا عولج جبن اللبن بالفورملدهيد ، تحول الى مادة قاسية تحلُّ محل العاج . ولكن اذا عولج الفورملدهيد بالحامض الكربوليك او غيره من المواد المقطرة من قطران الفحم الحجري ، تحول الى مادة تدعى بايكليت ، تستعمل لعزل الاسلاك الكهربائية ولذلك كان لها شأن كبير في تقدم الصناعات الكهربائية . والبايكليت نفسه يمكن ان يصقل ويستعمل محل الخزف . ولكنهُ اخفُّ

من الخزف فيستعمل غطاءً للآنية في السفن البحرية والجوية حيث لوزن الاشياء مقام خاص

وقد نفذت الكيمياء الى البيت . فالادهان النباتية كدهن جوز النارجيل ، يمكن ان تقسّى ثم توضع في علب ، وتباع باسم « مرجرين » . والمصابيح الكهربائية الوضاءة : التي حلّت محلّ مصابيح الزيت وروائحها الكريهة ، انما هي نتيجة البحث الكيمائي . كذلك السكاكين المصنوعة من الفولاذ الذي لا يدبغ ، باضافة قليل من معدن الكروم ، توفر على ربة البيت كثيراً من التعب في تنظيف السكاكين وصقلها بعد استعمالها . اما الثلاجات التي لا يستغنى عنها الناس في البلدان الحارة ، والقائمة على مبدإ ضغط سائل نشادريّ ثم تبخيره ، فمن هدايا الكيمياء الصناعية الى ربات البيوت

﴿ العلم واحوال العمل ﴾ كان للعلم اثر مباشر وغير مباشر في تحسين احوال العمل . فالمصانع الآن احسن تهوية ، والمع ضوءًا او اجمع للوسائل الصحية مما كانت في منتصف القرن الماضي . بل ان بعض العلماء قد انصرفوا الى درس عمل العمال فأثبتوا انهُ اذا ازيلت بعض الحركات التي يقوم بها العمال ، قلّ تعبهم وزاد انتاجهم . بل انهم اشاروا بوجوب منحهم فترات للراحة وفي بعض المصانع يعطون قليلاً من الشاي حتى يستجمّوا قواهم . وقد يتمكن العلم في المستقبل من تخفيف التعب الجسماني ، والسآمة العقلية في الاعمال الرتيبة التي تقتضيها الصناعة الآلية الحديثة . ثم ان استعمال الطاقة الكهربائية لادارة الآلات قلّل في المعامل الاذرعة الحديدية الطويلة والسيور الجلدية فاصبحت المصانع انظف مما كانت واقل ضجة واخفّ وطأة على الاعصاب . بل ان علم الصحة العامة قد انصرف الى الامراض الخاصة بالعمال . فالعمال الذين كانوا يشتغلون بصنع عيدان الثقاب كانوا يصابون بمرض مميت في الانف والفكين من جرّاء استعمال الفصفور الاصفر . ولكن البحث العلمي اثبت ان الفصفور الاحمر صالح كالاصفر لصناعة عيدان الثقاب . وفي الوقت نفسه لا يسمّ العمال . ومنذ ما اكتشفت هذه الحقيقة واقبلت المعامل على استعمال الفصفور الأحمر قلّت حوادث التسمم بالفصفور حتى أصبحت من النوادر . وكان صناع الزجاج والحديد ، يصابون بمرض في عيونهم سببهُ طول تعرضها للحرارة العالية في الاتاتين التي يصهر فيها الحديد او الزجاج . ولكن العلم حماهم من هذا المرض بواسطة نظارات تصنع من زجاج خاص ، يحجب عن العيون الحرارة العالية . وكان المشتغلون بمواد يدخل الرصاص في تركيبها ، كالزجاجين والخزافين والدهانين يصابون في الغالب بتسمم الرصاص . أما الآن فالتعليمات الصحية والعناية الطبية ، تقي كثيرين منهم وعلاوة على ذلك اثبت البحث العلمي ، ان الدهان الذي كان يستعمله الخزافون ، يمكن صنعهِ او صنع ما يماثله من دون ادخال الرصاص في تركيبه

ولا يخفى ان الغبار في بعض الصناعات ، يتغلغل في أعضاء التنفس ويعرض البنائين والخزافين والمعدنين والمشتغلين بالفلزّات ، لانواع من مرض التدرن . وقد كشف العلم عن بعض الوسائل التي تقي المشتغلين بالفلزّات ، كصانعي المبارد من فعل هذا الغبار . وما تقدم امثلة فقط على أثر العلم في تحسين احوال العمل

رواية الكلمات المجنحة

حرف واحدٌ يبدأ عهداً جديداً

المخاطبات التلفونية بين القارات وفوق المحيطات ، والاذاعة الدولية اللاسلكية ، والتخاطب اللاسلكي بين بلدان نائية — كل هذه جاءت نتيجة مباشرة للتجربة الخطيرة التي قام بها مركوني يوم ١٢ دسمبر سنة ١٩٠١ — أي من نحو ثلاث وثلاثين سنة

كان مستقبل المخاطبات اللاسلكية حينئذٍ معلقاً في الميزان . وكان بعض الكتّاب من اصحاب الخيال الوثّاب ، قد تنبأوا بحلول يوم يستطيع فيهِ رجل يقيم في ضيعة من ضياع جبال الاندس ، أن يتكلم بصوت كهربائي مغناطيسي فيسمعهُ في أية بقعة من بقاع الارض مَنْ يملك أذناً كهربائية مغناطيسية . اما المهندسون وعلماء الطبيعة الذين كانوا يتناولون حقائق الاذاعة والالتقاط تناولاً عمليًّا فكانوا اضعف ايماناً بتحقيق هذا من الكتّاب الخياليين . كان علماء الطبيعة قد قالوا ان الامواج اللاسلكية هي امواج ضوئية لا ترى . وانها كأمواج الضوء تسير في خطوطٍ مستقيمةٍ ، وان نقل الرسائل بها بين شاطئيْ المحيط الاتلنتيكي متعذرٌ تعذُّر ارسال شعاعة من الضوء بينهما . وذلك لشدة تحدُّب الارض فيرتفع حاجز علوُّهُ نحو مائة ميل بين اوربا واميركا لا تستطيع الاشعة أن تنحني حولهُ . على ان العالِم يسلّم بالنظرية — مهما تكن معقولةً — بشيءٍ من التحفّظ . لانها قد تمكنهُ من تعليل ظاهرات غريبة تعليلاً مقنعاً ، ولكنها يجب أن تخضع للامتحان العملي . هذا هو مصير كل النظريات العلمية من نظرية نيوتن الى هذا القول الخاص بالامواج اللاسلكية . فاذا صحّ ما يقال من ان الامواج اللاسلكية تنبعث من مصدرها في خطوط مستقيمة ، لا تنحني ، فهذه نهاية حلم جميل قوامهُ المخاطبات اللاسلكية الدولية العامة ! وقد كان من نصيب مركوني أن يبدع التجربة العملية لامتحان هذا القول النظري وردِّه

﴿ التجربة ﴾ المشهد في جزيرة نيوفوندلند والتاريخ يوم ١٢ دسمبر سنة ١٩٠١ وها هو ذا مركوني جالسٌ في غرفة قاتمة جافية ، على اكمة تدعى اكمة سِغنل ، وعلى اذنيهِ سماعة تلفونية شديدة الاحساس ، ووجههُ يفيض بشراً وبشاشة على مساعديْهِ وكان احدهما — كمب — متقلداً سماعة تلفونية كرئيسهِ

تِكْ . تِكْ . تِكْ

فقال مركوني لكمب — هل سمعتَ ؟

فقال كمبْ — نعم سمعتُ

ما اروع موسيقى هذه النبضات في اذنيهما ! ثلاث نبضات لا اكثر ولا اقل ! ..

وماذا تعني هذه النبضات ؟ انها تمثل حرف « S » المتفق عليهِ مع رجال محطة الارسال في

انكلترا ليبعثوا به فوق ١٨٠٠ ميل من المحيط الاتلنتيكي . هنا رغماً عن تحدُّب الارض . سمع مركوني ومساعده النبضات الثلاث ، المتفق عليها ، المرسلة من انكلترا ، فثبت لهم ان الامواج اللاسلكية تنحني فتجاري بانحنائها تحدُّب الارض

كان مركوني قد ارهق نفسهُ قبل هذا ، سنين طوالاً ، للوصول الى هذه النتيجة . فيوم ١٢ دسمبر سنة ١٩٠١ ، يوم خالد في تاريخهِ ، لانهُ يوم النصر . اعطهِ القوة اللازمة بعد الآن ، وثق ان لاشيء يصدُّهُ عن ان يرسل رسائل مفهومة فوق القارات والمحيطات ، الى اقصى البلدان ! امواج تسير حول الارض بسرعة الضوء ، تحمل في طياتها ، او تنقل على اجنحتها ، معاني خطيرة اوسخيفة ، وتمرُّ في التلال والمباني كما تخترق اشعة الشمس الواح الزجاج

ولا يفوز في مثل هذه الاحوال المثبطة للهمم ، الاَّ من كان مدفوعاً بشعلة القديسين المستشهدين . فالفصل فصل الشتاء . وبولدهو — المحطة الانكليزية — تكتسحها عاصفة ، لا تقلُّ عنها العاصفة التي تكتسح « سِغْنَلْ هِلْ » — المحطة في نيوفوندلند . والامواج يجب ان تذيعها وتلتقطها اسلاك قائمة على اعمدة مرتفعة . فاقام مركوني في بولدهو — قبيل سفرهِ — اعمدة علوها ١٣٠ قدماً . فبلغت نفقة كل منها ٢٤٠ جنيهاً . وهو في حاجة الى نحو عشرين عموداً منها . ولكن الرياح العاتية تهدم ما يبني . وعبثٌ في عبثٍ بذل الجهد والمال . على ان مركوني يمضي في عملهِ ، فيبني أعمدة نقَّالة في بولدهو ويقيم عليها الأسلاك الهوائية ويمتحنها في التقاط رسائل مرسلة من مكان قريب ، فيفوز بالتقاط اشارات شديدة الوضوح فيسرع في سفره الى نيوفوندلند

ان اقامة الأعمدة هنا متعذّر ، لقلة المال والصعوبات الفنية التي لابدَّ من تذليلها . ولكن الذكاء والحاجة يفتقان الحيلة . ولا بدَّ من رفع الاسلاك في الجوّ . فاستعمل مركوني الطيارات والبالونات التي يطيرها الأولاد . ولكن الرياح كانت عنيدة في مقاومتهِ ، فكانت تمزق الطيارات او تقطع اوصالها . فظلَّ يطير واحدةً اثر أخرى ، حتى ثبتت احداها لمحة في الجوِّ تمكنت في اثنائها من التقاط النبضات الثلاث ، وفي اللمحة التالية مزقتها الريح وقطعت حبلها

وفي اليوم التالي ، صدرت صحف الصباح ، حاملة في صفحاتها الاولى انباء التقاط الاشارات اللاسلكية الاولى المرسلة من اوربا الى اميركا . وكذلك افتتح عهد جديد في تاريخ الارتقاء الانساني وسرت هزة كهربائية في شعوب اوربا واميركا

***

لم يكن مركوني ، قد فاز ، قبل ذلك بارسال الاشارات اللاسلكية مسافة تزيد على اربعمائة ميل ، ومع ذلك بعث نجاحهُ في ارسالها هذه المسافة (٤٠٠ ميل) الدهشة في أذهان الناس . على ان نجاحهُ في ارسال الاشارة اللاسلكية فوق المحيط الاتلنتيكي لا يرجع الى اقدامهِ وثقتهِ بنفسهِ الفنية فقط ، بل يرجع الى نظرية كانت عنده بمثابة العقيدة . فقد كان يعتقد اعتقاداً راسخاً ان

الأمواج اللاسلكية تتحدَّب حول الأرض، ولو خطَّأهُ في ذلك جمهور من العلماءِ. وهذه تجربة نيوفوندلند، تثبت انهُ على صواب. فهي من اعظم التجارب في تاريخ العلم، دع عنك مقامها وأثرها في نشوء المخاطبات الكهربائية

ولم يبطىء العلماء في استخراج النتائج من النبضات الكهربائيــة الثلاث التي تلقاها مركوني في نيو فوندلند. فعني بهــا لورد راليه ثم اكمل هيفيسيد النظرية العلمية الخاصة بتعليل سيرها من الوجهة الرياضية. فقال ان فوق سطح الأرض، على ارتفاع معين طبقةً من الهواءِ المكهرب. تبعث الشمس بأشعتها، فتنزع بعض الالكترونات من ذرات الغازات في الهواءِ — فتتكهرب الذرات وتصبح ايونات. وهذه الطبقة المؤيَّنة (ionozed) تفعل فعل عاكسٍ. فبدلاً من ان تنطلق الأمواج اللاسلكية وتتبعثر في الفضاءِ تردّها هــذه الطبقة الى سطح البحر وهذا يردها الى طبقة هيفيسيد وهكذا تروح الأمواج اللاسلكية وتجيء بين طبقة هيفيسيد وسطح البحر وهي تتقدم دائماً الى الأمام حتى تصل الى حيث تلتقطها سماعة حسّاسة. وعليهِ فطبقة هيفيسيد — وقد أصبحت الآن حقيقة علمية مسلماً بها — نتيجة مباشرة لتجربة مركوني المذكورة

❁ قبل مركوني ❁ أما ماسبق ذلك فتلمُّس النور في دياجي الجهل، وهو سبيل الاكتشاف والاختراع الطبيعيّ. كان جوزف هنري العالم الطبيعي الاميركي قد لاحظ سنة ١٨٤٢ ان شرارة كهربائية صغيرة تبعث شيئاً في الفضاءِ. ثم جاءَ العالم المجرب الألمعي دافيــد هيوز، مستنبط الميكرفون، فجرّب بعض تجاربهِ بالشرارات الكهربائية، فتمكن من استعمال ميكرفونهِ لالتقاط بعضها. ثم وجد اديصن انهُ يستطيع ان يقدح شرراً كهربائيًّا في مادة معزولة اذا كان على مقربة منها مادة تنطلق منها كهربائية

على ان العقل الانساني، وعلى الاخص العقل العلمي، لايلبث ان يقيم العراقيل، ويبدع الاعتراضات على كل فكر جديد. وهكذا تجد انَّ السر جبرائيل ستوكس، وهو من اكبر علماءِ الطبيعة الرياضية في عصرهِ يقول، ان ما لاحظهُ هيوز سبَبُه ارتشاح الكهربائية. واجرى سلفانوس طمسن تجربة فعل اديصن وعلّلهُ بمبادىء معروفة. وذلك لانَّ العلماءَ كانوا ينفرون من القول بان الكهربائية تقفز من نقطة الى نقطة من غير موصل بين النقطتين. وعلى ذلك ظلّت مباحث هنري وهيوز واديصن في زوايا الاهمال. وليس ثمة سبب فني كان يمنع استنباط التلغراف اللاسلكي حينئذ — اي في العقــد السابع من القرن الماضي. ولكن العالم، لم يكن مستعدًّا، من الوجهة النفسية، لاستنباطٍ طريفٍ كهذا. فقد كانت تعاليم فراداي الكهربائية لا تزال موضوع عناية محصورة في افراد قلائل، وتلغراف مورس نفسهُ كان لا يزال ضيق النطاق

والرجل الذي كان لهُ اجلّ اثرٍ في تهيئة الذهن العالمي للنظرية اللاسلكية هو جيمز كلارك مكسوِل — خالق الاثير الحديث. كان بعض العلماءِ قبلهُ قد فرضوا الاثير لتعليل انتقال الضوء

من كوكب ما الى عين الرائي مثلاً . ولكن اثير مكسول كان وسطاً لانتقال اشعة كهربائية مغنطيسية ، بعضها قصير الامواج كاشعة النور فنراهُ ، وبعضها اطول قليلاً كاشعة الحرارة فنحسُّهُ ولا نراهُ وبعضها اطول جدًّا يتراوح طولهُ من بوصة الى ميل او اكثر ، فلا نراه ولا نحسهُ ، وهو الاشعة اللاسلكية

وكانت اشعة النور والحرارة معروفة . ولكن ماذا يقال في الاشعة طويلة الامواج التي لا ترى ولا تحس . ان اكتشافها كان المشكلة الكبرى التي اعترضت علماء الطبيعة في العقد الثامن من القرن الماضي . وجاءَ هرتز Hertz سنة ١٨٨٦ بكشافهِ الكهربائي وهو حلقة من المعدن غير متصلة الطرفين بل لها طرفان يكادان يتماسان . فاستعملها في معملهِ بعد تعتيمهِ ، فلاحظ ان شرارة كهربائية صغيرة تمرّ بين طرفي الحلقة اذا اطلقت شرارة اكبر في طرف المعمل الاقصى فبعثت في الفضاء امواجاً كهربائية . فهذا دليل لا يمارَى فيهِ على وجود تلك الامواج الطويلة التي لا ترى — وهي الامواج التي تنبأ بها مكسول . واجرى هرتز امتحانهُ على هذه الامواج وجرّب بها كلّ تجربة ممكنة ليتأكد من مشابهتها او قرابتها لامواج الضوءِ . واذاً فهذا شكل جديدٌ من اشكال الطاقة لم يكن معروفاً قبل مكسول . اكتشفهُ مكسول نظريًّا واثبت هرتز وجوده بالتجربة

اذاً نستطيع ان نفهم الآن ، لماذا ظلت مباحث هنري وهيوز واديصن عقيمة لم تسفر عن استنباط التلغراف اللاسلكي في حينها . ذلك لانهم كانوا يجهلون طبيعة القوى التي يتناولونها . ولم يتمكن احد منهم ان يوحد بينها وبين معادلات مكسول الرياضية . فلما بدأ هرتز تجاربهُ بدأها من ناحية جديدة ولا يبعد انهُ كان عارفاً بمباحث هنري وهيوز واديصن . فهم كانوا باحثين عمليين فقط . ولكنهُ كان قد وعى المباحث النظرية ، ففهم الشيء الذي يبحث عنهُ ووجده

***

هنا دخل مركوني الميدان . ها هو ذا تلميذ فتيٌّ في مدينة بولونا والاستاذ ريغي Righi احد الاساتذة الذين يتلقى عليهم ، يحاضر الطلاب متحمساً عن هرتز ومباحثهِ ويشهدهم كيف تطلق الامواج وكيف تلتقط فيفتن البحث لبَّ مركوني . ان خياله المتصل من ناحية ابيهِ بخيال الايطاليين ومن ناحية امهِ الارلندية بخيال الكلتيين Celts حفزتهُ الى الرؤى والاحلام . فعزم على ان يتعلم كلّ ما يعرف عن الامواج . واكبَّ على البحث والتجربة في حديقة ابيهِ وفي العشرين من العمر اصبح ثقة في موضوع الامواج ، لا يفوقهُ فيهِ احد . بل انهُ كان يفوق كلَّ الثقاة الآخرين بخاطر لم يطرأ لمكسول ولا لهرتز ولا لريغي . انهُ يستطيع ان يطلق الامواج ويوقفها بحسب رغبتهِ وهو الى ذلك يستطيع ان يرسل سلسلة طويلة من الامواج او سلسلة قصيرة . فالسلسلة الطويلة تمثل خطاً والسلسلة القصيرة تمثل نقطة — وهذا هو اساس شفرة التلغراف السلكي الذي استنبطهُ مورس ! ولكن تنفيذ فكرة مركوني لا تقتضي سلكاً بين المرسل واللاقط

وكان مركوني متصلاً من ناحيتي امهِ وابيهِ بكبار القوم في ايطاليا وانكلترا فاخذ كتاب توصيةٍ الى السر وليم پريس احد زعماء المهندسين التلغرافيين حينئذٍ والرئيس الفني لمصلحة البريد البريطانية. ثم ان پريس كان قد اشتهر بتجاربهِ في محاولة اختراع تلغراف تقوم فيهِ الارض مقام السلك. فلما وصل مركوني الى لندن سنة ١٨٩٦ احسن پريس وفادتهُ واصغى اليهِ فاقنعهُ مركوني — وهو في الثانية والعشرين — بان التلغراف القائم على امواج هرتز افضل من التلغراف الارضي

ولم تكن آلة مركوني التي عرضها في انكلترا حينئذٍ آلة طريفة كل الطرافة. ففي الجهاز المرسل مفتاح مورس المعروف. وفي الجهاز اللاقط كشاف اورابط Coherer استنبطهُ برانلي الفرنسي وحسّنهُ لودج الانكليزي. والامواج ترسل من سلك مرتفع — وهو جهاز يعيد الى الذهن تجارب تسلا Tesla. ولكن السلك مغروس في الارض — وهو من ابتداع مركوني

ومع ذلك فهو اختراع عظيم — انهُ تنظيم لاجزاءٍ قديمة معروفة على منوال جديد. كذلك كان تلغراف مورس وحاصدة مكورمك وطيّارة ريط! يمضي الباحثون يتلمسون طريقهم عشرات السنين، ثم تنجب أمٌّ عقلاً جبّاراً يميل الى نظم الحقائق في سمط جديد. فيختار حقيقة من هنا وعنصراً من هناك ومبدأ من هنالك ثم يركبها معاً — واذا نحن أمام اكتشاف جديد أو اختراع طريف او فن مستحدث! ولكن فكَّ الآلة الجديدة الى أجزائها فلا ترَ فيها سوى قطعاً معروفة مشهورة. وهذا هو سرُّ الاختراع!

وفي نهاية سنة ١٨٩٧ كان ماركوني قد فاز بارسال اشارات لاسلكية مسافة عشرة أميال والتقاطها. مع ان ارسالها مسافة نصف ميل كان من وراء تصوّر المهندسين الكهربائيين كما قال پريس بعدئذٍ في حديث لهُ عن نشأة اللاسلكي. ولا ريب في ان پريس جدير بالذكر في تنشيط اللاسلكي وهو في مهده. لانهُ حمل مصلحة البريد البريطانية على تمهيد سبيل التجارب لمركوني واعوانهِ — فأقبل الماليون على الاختراع الجديد فتألفت شركة جعل خبيرها العلمي السر امبروز فلمنغ وابتاعت من السر الفر لودج امتيازاتهِ في ضبط «دوزنة» الآلات اللاسلكية. وكذلك مُهّدت الطريق للتجربة الفاصلة في ١٢ دسمبر سنة ١٩٠١

﴿بعد التجربة﴾ أما حديث ارتقاء المخاطبات اللاسلكية بعد تجربة مركوني الحاسمة فحديث زيادة القوة المولدة في الاجهزة المرسلة واتقان الاجهزة اللاقطة حتى يدقَّ شعورها بالامواج وطول المسافة التي تطويها الاشعة بين المذيع واللاقط. فلما استنبط ده فرست الانبوب المفرغ سنة ١٩٠٦ كان استنباطهُ حافزاً قويًّا لترقية المخاطبات اللاسلكية وهذا الانبوب يفعل فعل الكبّاس في مدفع فانك تسحب الكبّاس فتنطلق من المدفع قوة تخرج درع بارجة مصفحة بالفولاذ. فالقوة المنطلقة من المدفع تفوق الوف الاضعاف القوة الضاغطة على الكباس. والواقع أن الانبوب المفرغ هو آلة دقيقة الاحساس تمكن قدراً ضئيلاً من الطاقة أن يتحكم بقدرٍ عظيم منها

وكان فلمنغ — مهندس شركة ماركوني الأولى وخبيرها العلمي — أول من أدرك أثر الانبوب المفرغ في الاذاعات اللاسلكية — ولكنَّ ده فرست هو الذي استنبط الانبوب وجعلهُ ما هو عليهِ الآن . وهو أدقُّ الآلات التي استنبطها الانسان احساساً . فالانبوب المفرغ يستطيع أن يحسّ بأمواج تعجز عن الاحساس بها الادوات العادية كسماعة التلفون . ويستطيع أن يقوي الاصوات الوف الوف الاضعاف فصوت دبيب ذبابة مثلاً يقوَّى به حتى يصبح وكأنهُ صوت فرقة عسكرية ، وتكة ساعة تضخَّم بهِ حتى تصبح وكأنها صوت مطرقة كبيرة . ولولا الانبوب المفرغ لتعذَّر علينا المخاطبات التلفونية فوق الاتلنتيكي والاذاعة اللاسلكية والتلفزة ونقل الصور السلكي واللاسلكي . وباستنباط الانبوب المفرغ بدأ العصر اللاسلكي ، حقيقة . فانفتحت عيون المهندسين ورأوا أن ليس ثمة فرقٌ خاصٌ بين « التخاطب التلفوني والتخاطب التلغرافي » ؛ بين استعمال السلك أو استعمال الاثير لارسال اشارة والتقاطها . بل أنهم تمكنوا من ارسال الامواج من دورة كهربائية لاسلكية في الاثير ثم التقاطها وارسالها ثانية على الاسلاك ، أي أنهم يجمعون الآن — حيث تقتضي الحال ذلك — بين المخاطبات اللاسلكية والسلكية . فلما تحقق ذلك أصبح التخاطب التلفوني من باخرة في عرض المحيط واليابسة ممكناً . فتوالت التجارب حتى صار في امكان أي مسافر في عرض المحيط الاتلنتيكي الآن ان يخاطب أيةَ بلدة في أوربا أو اميركا . وفي سنة ١٩٢٧ افتتحت المخاطبات التلفونية اللاسلكية بين أوربا وأميركا فكان افتتاحها فاتحة المخاطبة اللاسلكية بين قارات الارض

على ان الامواج الكهربائية لا تسير في الاثير أسرع من سيرها في الاسلاك او حولها . والنتيجة الخطيرة التي نتجت من تجربة ماركوني وما تلاها ، هو تمهيد سبيل التخاطب بين جماعتين لا يمكن مدّ السلك التلغرافي او التلفوني بينهما . والتخاطب بين السفن في عرض البحر — او بين السفن والمنائر على الشواطىء من هذا القبيل . فلو ان مركوني وجدَ ان علماء الطبيعة على صواب ، وان الأمواج اللاسلكية لا تنحني بانحناءِ الارض ، لظلَّ لاستنباط التخاطب اللاسلكي شأنٌ خطيرٌ بين السفن الماخرة عباب اليمِّ

ولكن ثمة حوائل اقتصادية كانت تحول دون مدّ الاسلاك التلغرافية لان مدّها فوق رحاب شاسعة من اليابسة وبحار فسيحة لوصل البلدان النائية بالبلدان العامرة ، لا يتم الاَّ اذا ثبت للشركة ان مدّها يعود عليها بربح مالي ولو كان ضئيلاً . فمدُّ الاسلاك الى جرينلندا او الى جزيرة من الجزائر القاصية في المحيط الهادىء متعذّرٌ لهذا السبب . على ان اقامة محطة لاسلكية صغيرة في بقعة نائية ، لا تكلف نفقة كبيرة . ولكنها تمكن اهلها من الاتصال بالبلدان العامرة في كل آنٍ . وهذه المحطات تمكن الحكومة الهولاندية الآن من التخاطب مع مستعمراتها في الشرق الاقصى ، والحكومة الفرنسية مع الهند الصينية ، وبريطانيا مع بلدان امبراطوريتها المنتشرة فوق سطح الكرة ، وعهد

للرائد القطبي او التاجر الاستوائي سبيل الاتصال بعواصم البلدان المختلفة ، على اهون سبيل

فالمخاطبات اللاسلكية من هذه الناحية تكمل عمل المخاطبات التلغرافية والتلفونية وشركات التلغرافات التي تصل بين نقطتين معينتين ، والنتيجة هي اتصال وثيق بين شعوب الأرض ، على منوال جديد . على ان المحطة اللاسلكية كالشمس تشرق بضوئها على الصالحين والطالحين ، وهذا منشأ مقامها في الاجتماع الحديث . فالامواج اللاسلكية تنطلق منها في كل الجهات ، وكل من يملك الجهاز الوافي يستطيع ان يلتقطها . وكأن المهندسين اللاسلكيين قد ندت عنهم فائدة هذه الخاصة المميزة في المخاطبات في بدء الامر ، فجعلوا يعتذرون عنها

على ان رسل الاذاعة اللاسلكية الحديثة ، كانوا في الواقع ، هواة اللاسلكي في كل انحاء الارض . فالصبيان في اسكتلندا كانوا يتبادلون المزاح مع صبيان في اميركا . فكان هذا تخاطباً بين نقطتين معينتين بحصر المعنى . ولكنهُ كان كذلك اذاعة لاسلكية . نظر المهندسون الى عمل الهواة فسخروا منهُ ولكن الهاوي الاسكتلندي كان يطلق تحيتهُ في الفضاء الرحب ، فيلتقطها مَنْ يلتقطها ويرد عليهِ بأطيب منها . وكلما بعُد الملتقط وشط دار التحية المردودة زاد سرور المرسل . فلما أتقن الانبوب المفرغ وتقدمت المخاطبة التلفونية اللاسلكية اصبح هؤلاء الهواة جمهوراً يصحُّ الاعتماد عليهِ في الاصغاء الى اذاعة الموسيقى من محطة مركزية في نطاق معين

وفي سنة ١٩٢٠ اغتنم مدير متجر في مدينة بتسبرغ الاميركية هذه الفرصة السانحة . قال ان هؤلاء الهواة يبنون اجهزتهم اللاسلكية لانهم لا يستطيعون ان يبتاعوها كاملة او يبتاعوا اجزاءها، او لانهم يميلون الى الاعمال اليدوية ، فلماذا لا يعلن عن بيع اجزاءٍ جاهزة ؟ وكان هاردنغ وكوكس حينئذٍ مرشحيّ الجمهوريين والدمقراطيين للرآسة فأقنع هذا التاجر محطة وستنغهوس بأعلان نتائج الانتخاب لاسلكيًّا . واعلن في الصحف الاعلان الآتي

« ابنِ آلتك اللاسلكية الخاصة واسمع نتائج الانتخاب وانت في دارك » !

فعل هذا الاعلان في الجمهور الاميركي فعل السحر . وازدحمت الجماهير على مخازن الادوات اللاسلكية تبتاع الاجزاء لبناء الاجهزة . فلما انتهت الانتخابات كانت الاذاعة اللاسلكية — بمعناها الحديث — قد وُلدَتْ ، ومعها وُلدَتْ الشركات لصنع الاجزاءِ والاجهزة ، وانشئت المخازن لبيعها وفي زمن قصير اصبحت الصناعات المرتبطة باللاسلكي في مقدمة الصناعات الحديثة

﴿ اللاسلكي واثره الاجتماعي ﴾ ان جانباً كبيراً من التحوُّل الذي يصيب المجتمع يعود الى المخاطبات . فلما استنبط التلغراف والتلفون ومُدَّ السلك البحري بين اوربا واميركا ، صارت الحوادث العالمية ذات شأن في نظر الفلاح الاميركي . ولقد قال لورد بريس انهُ لولا التقدم السريع في المخاطبات الكهربائية لما انفجرت مراجل الحرب في اوربا بمثل هذه السرعة وهذا العنف . وفي هذا تأييد لقول الفيلسوف الاميركي جون ديوي : « يصح القول بأن الاجتماع يقوم على المخاطبات

والمواصلات» . ويؤخذ من جداول مصلحة الاحصاء الاميركية انهُ كان يوجد في الولايات المتحدة الاميركية في اول ابريل سنة ١٩٣٠ اثنا عشر مليوناً ونصف مليون من الآلات اللاسلكية اللاقطة. ما معنى هذا العدد الضخم ؟ الق نظرة على خريطة البلاد . هنا وهناك مئات من القرى والوف من الحقول والجداول والاودية فيها بيوت منعزلة عن العالم لا يصلها بهِ سلك تلغرافيٌّ ولا تلفونيٌّ . ولكن رئيس الجمهورية في نظر سكانها ليس مجرداً لسلطة الامة كما كان ، بل اصبح رجلاً يسمعون صوتهُ بواسطة الآلة اللاسلكية . ان برد الرائد القطبي يجلس في خيمتهِ في الليل القطبي الطويل ويصغي الى موسيقى تحملها الامواج من نيويورك ؟ لقد مضى عهد الوحدة والانفراد سواء في الحقل النائي أو في عرض البحر او على مفاوز الجليد القطبي

وما الدليل على ان هؤلاء الناس يصغون إلى ما يذاع ؟ ان شركة واحدة من الشركات الاميركية التي تملك محطة للاذاعة ، تسلمت في سنة ١٩٣٠ مليوني رسالة من الناس الذين يصغون الى ما تذيع ! اية رواية ، بل اي كتاب ، بل أية عظة ، كان لها في نفوس قرائها اثر هذا مداهُ ؟ ان خطبةً دينية واحدة اذيعت من إحدى المحطات الاميركية اسفرت عن ٤٣٨٠٠٠ جواب أرسلَتْ الى ملقيها . ايرتاب احد في ان الذين كتبوا هذه الرسائل كانوا مدفوعين بدافع الاعراب عن رأيهم في موضوع خطير ؟ وهل يشك أحد في ان أثر الاذاعة اللاسلكية في حياة الامم ابعد مدًى وأعمق أثراً من التلغراف والتلفون ؟

غاندي يتكلم في لندن فيصغي اليهِ ١٥ مليوناً في اميركا . وروايات « الاوبرا » تذاع من سلزبرغ في النمسا فتسمع في فيافي الولايات الزراعية في اميركا . وموسيقى الجاز الاميركية تذاع من اميركا فيرقصون على توقيعها في اوربا . لقد انكمشت الكرة فاصبح الالمان والكنديون والارجنتينيون والنروجيون واليابانيون بفضل اللاسلكي جيراناً واصبح الناس — من مختلف النحل والملل — كأنهم امة واحدة . وقد جمع بعضهم الادلة على ان هذه الاذاعة قد كان من أثرها توحيد الثقافات ودك الحواجز الاجتماعية بين الامم والطبقات

وها هي التلفزة على الابواب — انها لا تزال في دورها البدائي ولكنها « عجيبة » لا ريب فيها . يجزَّأ الوجه الى بقع يختلف عددُها من ٢٥ الفاً الى ٣٥ الفاً — ثم تنقل البقع نقلاً لاسلكيًّا في الفضاءِ الى مكان معين في ثانية او اقل من ثانية من الزمان — واذا الوجه البعيد امامك تراهُ بعيني رأسك . فكأن استنباط التلغراف أو التلفون ازاء هذه «العجيبة» الجديدة لعبة من لعب الاطفال . ومع ذلك فالتلفزة — كالتخاطب التلغرافي او التلفوني — ليست الاَّ طريقة من طرق ارسال الاشارات اللاسلكية والتقاطها ! ومع انها لم تنتشر انتشار الاذاعة اللاسلكية الاَّ اننا نستطيع ان نتنبأ بأثرها. كانت الاذاعة اللاسلكية الى ان استنبط التلفزة عمياء وبالتلفزة ابصرت . ولا ريب في انها سوف تكون — مثلها — اداة فعالة في توحيد الثقافات ونشرها

﴿ مستقبل اللاسلكي ﴾ كان اتقان الاذاعة اللاسلكية سبيلاً لاذاعة الروايات كلاماً . اما والتلفزة على الابواب فسوف تحلّ الرواية كاملة — كلاماً ومشاهدةً — محلّ الرواية الكلامية . تصوّر مسرحاً عظيماً من مسارح هليوود او نيويورك او برلين او باريس او لندن ، يفوق اي مسرح محليّ خاص وتصور على خشبتهِ اعظم الممثلين وارخم المنشدين واشهر المديرين لاجواق الموسيقى ، وتصور كل هؤلاءِ يمثلون اخلد الروايات التي ابدعها الشعراء والكتّاب ، وتصور نفسك في مسرحك المحلي تراقب—انت والوفٌ مثلك— هذه الروايات وقد نقلت اليها اصواتها ومشاهدها على اجنحة الامواج اللاسلكية ! انك تنظر الممثلين امامك — وانت تبعد عنهم مئات الاميال والوفها — لحماً ودماً . ما ارخم هذا الغناء ! ما اروع التمثيل ! كل دور يمثلهُ ممثل مشهور ، وكل مشهد اعدّهُ فنان عظيم ! وكل فرد في الجوق الموسيقي ممتاز بالايقاع على آلتهِ الخاصة

ثم ان اللاسلكيّ ليس طريقاً من طرق التخاطب ونقل الصور والمرئيات فقط بل قد يكون وسيلة من وسائل اذاعة الطاقة والتقاطها . ففي سنة ١٨٩٦ ارسل نقولا تسلا — وهو من اصل صربي ولا يزال حيًّا — امواجاً لاسلكيًّا تمكن من ان يدمر بها مثالاً مصغراً لغوّاصة . ولعلّ تجربتهُ هذه كانت المحاولة الاولى للسيطرة اللاسلكية عن بُعدٍ . ولقد ارتقى هذا الفن فارسلت بوارج ضخمة لا تحمل قبطاناً ولا بحارة قادرت بالامواج اللاسلكية عن بُعد . وهي تستجيب لكل ما يطلب منها ، فتارة تسرع او تبطئ وتارةً تدور او تتقدم وهي لا تعبأ بما تمطر بهِ من القنابل

***

هنا نلمح ما قد يتم في الحرب القادمة — متى وقعت . فالطيارات في الحرب الماضية كانت تطير فوق بلدان الاعداء تمطرها بوابل من قنابلها . فاذا كنا نستطيع ان نسيطر على طيارة من بُعدٍ كما نسيطر على بارجة ضخمة — وقد حقق هذا الاستاذ لو L. M. Low اولاً وغيره بعده — فقد زال كل باعث لارسال الطيارات والدبابات ملأى بالرجال وتعريض حياتهم للخطر . تصور في الحرب المقبلة طيارة تحمل ما زنتهُ طنّان من المواد المتفجرة ، وهي تسير بسرعة فوق صفوف الاعداء تحمل في جوفها هذا الموت الاحمر . واذ هي طائرة يُبعَث من مكان ادارتها بثلاث نبضات كهربائية فتتجهُ الطيارة شمالاً ، وبوسائل المساحة العلمية يستطيع مديروها ان يعرفوا مكانها معرفة مضبوطة . ولا تصل الطيارة مثلاً فوق المستودع الذي فيهِ ذخيرة الاعداء . حتى ترسَل نبضتان لاسلكيتان من محطة الادارة فتنفتح جهنم في الجو وتنقضّ على المستودع من ارتفاع ١٠٠٠٠ قدم شياطين الدمار

اضف الى هذا امكان ارسال الطاقة الكهربائية ، لاسلكيًّا ، وما يتلوها من الطبخ لاسلكي وادارة المصانع لاسلكيًّا ، وانارة المصابيح لاسلكيًّا ، واستعمال الاشعة اللاسلكية في مكافحة بعض الامراض واحداث الألم — وكل ذلك من انبوب قد يزيد طوله على قدمين !

لا ريب في ان المستقبل لا يزال ينطوي على مدهشات لا تحصى من العجائب اللاسلكية !

اصول التلفزة ومقوّماتها

في آخر القرن الثامن عشر استنبط الكونت فولطا الايطالي البطرية الكهربائية . وفي آخر الربع الاول من القرن التاسع عشر استنبط فرادي المولّد الكهربأي (الديّنمو) . ففي الفترة القصيرة التي تلت ذلك ، اصبحت الكهربائية عنصراً لا غنى عنهُ في حياة الناس اليومية ، نستعملها لانارة بيوتنا ومعاملنا ومدارسنا وشوارعنا وملاهينا وبها ندير الآلات في معاملنا ونسيّر قطاراتنا وننقل انباءنا وصورنا ونطبخ طعامنا ونكوي ثيابنا . ولا تنقضي سنة الاً ويستنبط المستنبطون ادوات كهربائية جديدة تبعث على الدهشة وتحيّر الالباب

عرف الباحثون في مطلع العصر الكهربأي ان في الامكان استعمال الاشارات الكهربائية لنقل الاشارات . فكانت هذه المعرفة اساساً بني عليهِ التلغراف السلكي اولاً ثم التلغراف اللاسلكي . والانباء التلغرافية كما لا يخفى —سلكية كانت او لاسلكية— انما هي نبرات في قوة التيّار الكهربأي أُصطُلِح عليها ، كل مجموع منها يمثل حرفاً من حروف الابجدية

ثم جاء دور الصوت فكشف الكسندر غراهم بل عن طريقة تمكنهُ من تحويل الصوت الى تيّار كهربأي ، او من التأثير في التيار الكهربأي حتى يحمل مميزات الصوت فكان ذلك اساس التلفون السلكي اولاً ثم التلفون اللاسلكي . والمخاطبات التلفونية تحدق بالكرة الارضية الآن هازئة بالجبال الشاهقة والصحاري المقفرة والبحار الواسعة . فيجدر بنا ان نسمي التلفون اذن الانسان الكهربائية

بعد ذلك التفت المستنبطون للبحث عن طريقة تمكنهم من تحويل النور الى كهربائية لعلهم يفوزون باستنباط « العين الكهربائية » فتكون اساساً للرؤية عن بعدٍ — التلفزة —[1] فكان المجلي في هذا الميدان المستنبط الانكليزي بارد J. L. Baird وهو كزميله « بل » مستنبط التلفون السلكي من اصل اسكتلندي خاض ميدان الاعمال المالية في مطلع حياتهِ ثم اضطر الى الخروج منهُ لضعف صحتهِ فعكف على القيام بتجارب كهربائية في التلفزة وكان قد تعلق عليها في حداثتهِ . وبعد ما اشتغل بها ستة اشهر فاز بنقل شبحٍ من تلفازِ المرسل الى تلفازِ اللاقط . على انا قد سبقنا تطور التلفزة الطبيعي فلنرجع الى نشأتها

***

يعود البحث في الاركان التي تقوم عليها التلفزة الى سنة ١٨٧٣ في بلدة تدعى ڤلنشا على شاطىء

(١) استعملنا لفظة « تلفزة » تعريباً للفظة « تلفزيون » الفرنسية و« تلفجن » الانكليزية ومعناها الرؤية عن بعد . وقد تخيرنا هذه الصيغة المعربة لانها تجري على الاوزان العربية ويصاغ منها فعل « تلفز » كدحرج وهلهل واسم الآلة « تلفاز مرسل وتلفاز لاقط » كهماز ومسبار

ارلندا الغربي . ذلك ان محطة تلغرافية كانت قد انشئت في تلك البلدة واقام فيها رجل يدعى المستر ماي يدير شؤونها ويستقبل التلغرافات التي ترسل من اميركا . وكانت بعض الادوات المستعملة في آلات التلغراف اللاقطة مصنوعة من معدن السلينيوم وهو عنصر كيمائي قريب من عنصر الكبريت . ومن خواص هذا العنصر انك تجدهُ في ثلاث حالات اشهرها حالتهُ البلورية . وهو في هذه الحالة شديد المقاومة للتيار الكهربائي لذلك استعمل في الادوات التلغرافية المستقبلة في ڤلنشا . وفي احد الايام التي سطع فيها نور الشمس، لاحظ المستر ماي ان ابرة الدليل الكهربائي تتحرك من غير سبب معروف فدهش ثم عكف على البحث فخطر لهُ ان لنور الشمس يداً في ذلك فغطى اجزاء الجهاز بغطاءٍ كثيف يحجب عنها اشعة الشمس فرجعت الابرة الى مكانها الطبيعي . فوفق الى اكتشاف بسيط في نفسهِ ولكنهُ كان القاعدة التي بنيت عليها التلفزة . ذلك انهُ كشف عن تأثر معدن السلينيوم بالنور وازدياد مقاومتهِ للتيار الكهربائي او قلّتها بحسب ضعف النور الواقع عليهِ او قوتهِ . فثبت لاول مرة في التاريخ ان في المستطاع تحويل النور الى امواج كهربائية او نقل التيار الكهربائي المتأثر بالنور — أي نقل النور المتحول — على اسلاك كاسلاك التلغراف او من غير اسلاك كاشارات التلفون والتلغراف اللاسلكيين

﴿ العين الكهربائية ﴾ وظن العلماء ان السلينيوم — بعد هذا الاكتشاف العجيب — لا يلبث ان يتحوّل في ايديهم وسيلة لتحقيق الرؤية عن بُعد فخابت آمالهم لان معدن السلينيوم بطيء التأثر بالتغيُّرات في التيار الكهربائي التي توافق التغيُّر السريع في قوة النور وضعفهِ . وظلّت مسألة التلفزة في حيز الفكر والتصوُّر الى ان استنبطت « العين الكهربائية » وهو الاسم الذي يطلق على البطرية الكهرنورية

والعين الكهرنورية مصباح صغير من الزجاج ، مفرَغ من الهواءِ او هو قريب من المفرَغ ، زجاجهُ مفضّض من داخلهِ — الاَّ بقعة صغيرة منهُ — والطبقة المفضضة مطلية بغشاء من معدن البوتاسيوم ولا يحتوي في فراغهِ على شيءٍ الاَّ حلقة دقيقة من معدن البلاتين وقدر من غاز الارغون استنبطت هذه العين من نحو عشر سنوات فصارت تستعمل الآن في قياس قوة النور الذي يصل الارض من الكواكب (الثرموكبل : صفحة ٣٧ من هذا الكتاب) على بعدها وتبنى عليها عدّادات دقيقة تحصي من نفسها ما يمرُّ في الشوارع من السيارات وتوضع في آلة تدخلها لفائف التبغ (السيجار) من احد طرفيها فتفرق بينها بحسب لونها . وتستعمل في الآلات التي تصنع بها الصور المتحركة الناطقة فيحول النور الى نبضات تيار كهربائي وهذا بدوره يتحول الى نبضات صوتية ، ويدخل في التلفزة وأدواتها فيجعل اشعة النور المنعكسة عن الاجسام تغيُّرات في قوة التيار الكهربائي فتنقل سلكيًّا او لاسلكيًّا الى اقصى اقاصي الارض

وفي تعليل فعلها يجب ان نذكر ان من الصفات التي تتصف بها بعض العناصر كالبوتاسيوم

والروبيديوم ان ذراتها تطلق بعض كهاربها اذا وقع عليها نور الشمس . فانك اذا عرّضت لوحاً من البوتاسيوم لنور الشمس تطايرت من سطحهِ كهارب عديدة . فاذا استطعنا ان نسيطر على هذه الكهارب المنطلقة وان نسيّرها في دورة كهربائية احدثت حركتها تياراً كهربائيًّا . ولما كان عدد الكهارب الذي يتطاير من سطح البوتاسيوم يزيد او ينقص بزيادة قوة النور او نقصانها كان التيار الذي ينتج عن حركتها خاضعاً في قوتهِ وضعفهِ لقوة النور وضعفهِ

فاذا وضعت العين الكهربائية في مكان مظلم لم تتطاير الكهارب من سطح البوتاسيوم فلا يتولد تيار كهربائي . ولكن متى وقع النور على البقعة التي لم تفضّض ولم تغشَّ من الداخل بالبوتاسيوم دخلت الاشعة الى داخل الانبوب ووقعت على البوتاسيوم فتتطاير من سطحه الكهارب فتجذبها الحلقة البلاتينية اليها لأن كهربائيتها ايجابية فتسري في الحلقة والسلك المتصل بها تياراً كهربائيًّا . فاذا زاد مقدار النور الواقع زاد عدد الكهارب التي تنطلق من غشائهِ الداخلي وزادت قوة التيار . واذا ضؤل النور قلَّ عدد الكهارب المتطايرة وضعف التيار

ومن الحقائق الغريبة ان للألوان المختلفة أثراً مختلفاً في اطارة الكهارب من البوتاسيوم فاللون الأحمر لا يكاد يطيرها على الاطلاق وأما اللون البنفسجي فشديد الأثر من هذا القبيل والأشعة التي فوق البنفسجي تفوق الأشعة البنفسجية في ذلك

قلنا ان العين الكهربائية مفرغة في الداخل والواقع انهُ بعد افراغها يدخل فيها مقدار من غاز « الأرغون » وهو عنصر ضعيف الفعل الكيمائي فاذا تطايرت الكهارب من البوتاسيوم اصطدم بعضها بكهارب ذرّات الأرغون فتطلقها وهذا يقوي التيار الكهربائي المتولد في البطارية

***

كيف تستعمل العين الكهربائية في التلفزة ? قبل التقدم لبيان هذا الفعل المعقَّد علينا ان نبين للقارىء كيف تنقل العين الكهربائية شعاعة واحدة من النور من مكان الى آخر

لنفترض ان شعاعة من نور الشمس في معمل علمي بلندن وقعت على العين الكهربائية فانها كما تقدم معنا تحدث فيها تياراً كهربائيًّا يختلف قوة وضعفاً باختلاف قوة الشعاعة نفسها . هذا التيار الكهربائي يقوّى ويرسل سلكيًّا او لاسلكيًّا الى حيث نريد . هناك يحوّل هذا التيار الكهربائي الى نورٍ بايصاله الى مصباح يحتوي على غاز « النيون » ينير نوراً احمر اذا اتصل بهِ تيار كهربائي شديد الضغط . والسبب الذي حمل المستنبطين على استعمال مصباح النيون بدلاً من مصباح كهربائي عادي سرعة تأثرهِ انارةً واطفاءً من غير ان يترك لمعاناً ما بعد اطفائهِ . فانك تستطيع ان تنيره وتطفئهُ مليون مرة في الثانية . وكذلك يتمُّ لنا الحصول على التغير الذي يطرأ على شعاعة النور في لندن وهي تنتقل على سطح الجسم الذي ترام تلفزتهُ . والسرعة في الانارة والاطفاءِ لا بدَّ منها حتى تستطيع العين ان ترى الصورة المنقولة كاملة الاجزاءِ . والذي يمكن العين من ذلك باستمرار البصر في

الشبكية اذا كانت الاجزاء المتتابعة ١٦ جزءًا في الثانية على الاقل . وهذا هو المبدأ الذي قامت عليهِ الصور المتحركة

﴿ القرص الكشاف ﴾ على ان العين الكهربائية ليست كالعين الانسانية . ففي داخل العين الانسانية طبقة تعرف بالشبكية مؤلفة من ملايين من الخلايا كل خلية منها تتأثر بالنور او باللون . وكل منها متصلة بمركز البصر بالدماغ بواسطة ليفٍ من الياف عصب البصر . على ان كلَّ خلية من الخلايا تتأثر بالنور المعكوس عن جزءٍ صغير من سطح الجسم المرئي . ومن مجموع التأثرات في جمهور الخلايا العصبية في الشبكية تتألف الصورة التي يبصرها الدماغ

والعين الكهربائية تماثل خلية من هذه الخلايا . فلكي نتمكن من رؤية صورة كاملة يلزم لنا الوف من العيون الكهربائية في التلفاز المرسل والوف مثلها من مصابيح النيون في التلفاز اللاقط . ويلزم كذلك ان يكون لكل عينٍ سلك خاصٌّ بها او موجة من طول معين تذاع بها نبراتها الكهربائية . وهذا متعذر عملاً لتعقيده وكثرة نفقتهِ فكيف حلَّ هذا المشكل

القرص الكشَّاف[1] هو الجواب . والقرص الكشاف في رأي اعظم المشتغلين بشؤون الاذاعة اللاسلكية من المستنبطات التي تجيء حدًّا فاصلاً في نشوء المستنبطات التي تمتُّ اليها بصلة ، كالانبوب المفرغ في المخاطبات اللاسلكية : وهو قرص من المعدن او الورق المقوَّى فيهِ ثقوب مربعة مرتبة فيهِ بشكل لولبي . اما عمله فيتضح من الكلام التالي

ضع في الظلمة لعبة تريد ارسال صورتها من لندن الى منشستر . وضع امامها في خط عمودي العين الكربائية — البطرية الكهرنورية . ثم ضع امامها الى يمينها او الى يسارها مصباحاً قوي النور وامامهُ هذا القرص الكشاف . فهذا القرص يحجب نور المصباح عن وجهِ اللعبة الا شعاعة دقيقة تمر من احد ثقوبهِ فتقع على بقعة صغيرة على وجه اللعبة فتنعكس الى العين الكهربائية فتثير فيها تياراً كهربائياً كما فصلنا سابقاً . فاذا ادرت القرص تغطى وجه اللعبة بسلسلة متعاقبة من بقع النور البقعة تلو الاخرى في خطٍ لولبيٍّ . ولما كانت مواقع الظل والنور على وجه اللعبة مختلفة فالنور المنعكس عن كل بقعة من وجهها الى العين الكهربائية يختلف قوة وضعفاً وباختلافهِ يختلف التيار الكهربائي فيها

اما التيار الكهربائي المتولد في العين الكهربائية فيتأثر بقوة النور وضعفهِ فيرسل سلكيًّا او لاسلكيًّا الى محط الاستقبال بمنشستر فيتصل فيها بمصباح من النيون فينيرهُ وتكون قوة النور في هذا المصباح تابعة لقوة التيار الكهربائي تقوى بقوتهِ وتضعف بضعفهِ . والتيار تابع لقوة النور

(١) القرص الكشاف أداة ميكانيكية ، وقد يتوقف عن العمل او يبطىء او يسرع عن عدد الدورات المقررة له ، واذن فالتلفزة المبنية عليه تبقى معرضة للاضطراب . لذلك عمد المستنبط الشيعي اللبناني حسن كامل الصباح الى استعمال تيار من الالكترونات يتحرك حركة حلزونية بطريقة خاصة ليحل محل القرص الكشاف واستخرج براءة به من حكومة الولايات المتحدة الاميركية . والظاهر ان تطور التلفزة سائر الآن في هذا الاتجاه

المنعكس عن وجه اللعبة . فنور مصباح النيون اذاً يقوى ويضعف وفقاً لقوة النور المنعكس عن وجه اللعبة او ضعفهِ . ويوضع امام مصباح النيون قرص مثقوب كالقرص الاول يدور بالسرعة التي يدور بها الاول تماماً فيخترقهُ نور المصباح من الثقوب التي تمر امامهُ وتقع نقط النور على ستار خاص . ومتى اجتمعت النقط المختلفة على هـذا الستار رأت العين من مجموعها الذي تختلف فيهِ مواقع الظل والنور شبح اللعبة التي امام التلفاز المرسَل بلندن . واجتماع هذه النقط سريع جدًّا يتمُّ في جزءٍ صغير من الثانية

وكلما دقَّت شعاعة النور الواقعة على وجهِ الجسم الذي تَرام تلفزتهُ وصغرت البقعة التي يعكس عنها النور الى العين الكهربائية ازداد وضوح الصورة الملتقطة . وهذا من المشكلات التي يواجهها المستنبطون لانهُ كلما زادت نقط النور وجب الاسراع في ارسالها واستقبالها حتى تَراها العين واحدة . وهذا يحدو الباحثين الى القول بان مستقبل التلفزة لابد ان يكون في ميدان الاذاعة اللاسلكية لا في الاذاعة السلكية . لان التيار الكهربائي في الاسلاك ابطأ تغيراً منهُ في الاثير

ولا بدَّ من ان نبيّن في هذا المقام ان التلفزة تختلف اختلافاً كبيراً عن نقل الصور بالتلغراف او التلفون . لان نقل الصور يقتضي وجود صور فتوغرافية على فلم او لوح فوتغرافي فتوضع بحيث تخترقها شعاعة من النور فتقع بعد اختراقها على بطرية كهرنورية فتولد فيها تياراً كهربائيًّا يتأثر بقوة النور وضعفهِ . ويرسَل التيار الكهربائي سلكيًّا او لاسلكيًّا ويلتقط ويحوَّل نوراً في الجهاز المستقبل ويرسم هذا النور خطوطاً تختلف دقةً وكثافة فتعيد مواقع الظلّ والنور على الصورة الاصلية . وهـذا الامر صار مطروقاً في الصحافة الاوربية . فتنشر صور الحوادث بعيد وقوعها . اما التلفزة فتنقل صور الاحياءِ يروحون ويجيئون — او الحوادث عند حدوثها — ورؤيتهم على ستار وهم يقومون بالاعمال المختلفة امام التلفاز المرسل

التلفزة الليلية

اذا حللت خطًّا من نور الشمس الى الأشعة التي يتألف منها رأيتهُ يتألف من سبع مناطق أسفلها الأحمر وأعلاها البنفسجي وبين الأحمر والبنفسجي تجد البرتقالي فالأصفر فالأخضر فالأزرق فالنيلي . والاشعة البنفسجية أقصر هذه الأشعة أمواجاً والاشعة الحمر أطولها . وفوق الاشعة البنفسجية منطقة تعرف بالأشعة التي فوق البنفسجي لا تَراها العين ولكنها تؤثر في الألواح الفوتغرافية وتفعل بالجسم فتقويهِ وببعض الزيوت فتولد فيها فيتامين (د)

وتحت الأشعة الحمر منطقة تعرف بمنطقة الأشعة التي تحت الأحمر لا تَراها العين كذلك ولكنها أشعة حرارة ولها قدرة على اختراق بعض المواد كالابونيت والضباب . مع ان الأشعة التي تُرَى لا تستطيع اختراقها

وقد كانت هذه المنطقة من الاشعة منبوذة من ميدان البحث العلمي الى أن ثبتت أخيراً فائدة البحث فيها لمـا قد ينجم عنهُ من الفوائد العملية ، منها استعمالها في اختراق الضباب لمنع اصطدام البواخر الذاهبة والآيبة بعضها ببعض وبركم الجليد الطافية في البحار . ومنها التصوير عن بُعد أجساماً يكتنفها الضباب كما فعل أحد الطيارين الاميركيين الذي فاز بتصوير جبلٍ لم يره لاحاطة الضباب بهِ . ذلك ان لوح التصوير الذي في آلته كان قد جُعل شديد الاحساس والتأثر بالأشعة التي تحت الاحمر . فكانت الاشعة المنعكسة عن الجبل تصطدم بالضباب فلا يخترقهُ منها الاَّ الاشعة التي تحت الأحمر فأثرت هذه في اللوح الحساس فرسم الجبل عليه . ومنها استنباط طريقة للاشارات الحربية لا يستطيع الكشف عنها أو الشعور بها الاَّ من كان واقفاً على أسرارها . ولعل أكبر ميدان لاستعمالها سيكون في ميدان التلفزة الليلية ، أو « النكتوفزيون » ومعناها الرؤية في الليل

فقد مرَّ بالقارىء المبادىء التي بنيت عليها التلفزة . وقد كانت أكبر عقبة في سبيل تحقيق التلفزة العادية معرفة مقدار النور الذي يجب ان يعكس عن سطح الجسم المتلفَز حتى يستطيع التلفاز المرسل ان يتأثر بهِ تأثراً يكفي لنقله من مكان الى مكان . وبعد تجارب عديدة في الموضوع تمكن المستر بايرد المستنبط الاستكلندي من صنع تلفاز مرسل شديد الاحساس يتأثر بالنور المستطير المنعكس عن سطح أي جسم من الأجسام . ثم قال في نفسه اذا كانت العين البشرية لا تستطيع ان ترى الأشعة التي فوق البنفسجي أو التي تحت الأحمر فلعلَّ العين الكهربائية تستطيع ذلك . فجرّب تجاربهُ اولاً بالاشعة التي فوق البنفسجي فأسفرت عن تحقيق رأيهِ . ولكن غمْر شخص حيٍّ بهذه الأشعة ينطوي على خطر كبير لأنها تخترق الانسجة وتتلف خلاياها . وعلاوة على ذلك أن الأشعة التي فوق البنفسجي ضعيفة قصيرة الامواج فلا تلبث أن تسير في الهواء حتى يمتصها . فجرّب تجاربهُ بالأشعة التي تحت الأحمر فأسفرت عن النجاح المطلوب . فتحققت بذلك أمنيتهُ وهي رؤية الاجسام في الظلام

خذ مثلاً كلباً وضعهُ في غرفة مظلمة لا تستطيع ان ترى فيها شبحاً من الاشباح . ثم سدِّدْ الى هذا الكلب تياراً من الاشعة التي تحت الأحمر . فلما كانت هذه الأشعة لا تؤثر في العين البشرية فالناظرون الى تلك الغرفة لا يستطيعون ان يروا الكلب مهما حدقوا فيها . ولكن العين الكهربائية المصنوعة خاصة للاحساس بهذه الأشعة والتأثر بها تستطيع ان تراه فتنقل صورتهُ كما تنقل صورة رجل عادي يروح ويجيء في ضوء النهار بتلفاز مرسل . أو خذ مثلاً جيشاً يزحف تحت ستار الليل ، استعداداً لمفاجأة عدوهِ عند انبثاق الفجر . فاذا كان العدو يملك آلة للتلفزة الليلية سدَّد شعاعة من الأشعة التي تحت الاحمر الى الناحية التي يخشى هجوم الجيش منها. فتكشفهُ للآلة من غير ان يدري قوّادهُ ان عدوّهم يحاول رؤيتهم كما يحدث اذا صوَّبت اليهِ نوراً كهربائيًّا قويًّا من مصباح كشاف

او خذ سفينة او جبلاً من جبال الثلج في بحر يغطيه ضباب كثيف . فان الاشعة التي تحت الاحمر تكشفها لربان السفينة التي يستعملها فيجتنب الاصطدام بها

التلفزة الملونة

المشهد في معامل البحث العلمي التابعة لشركة التلفون والتلغرافات الاميركية بمدينة نيويورك . وقد جلست في احدى غرف المعمل فتاة لابسة ثوباً زاهي الألوان كثيرها امام تلفاز مرسل استنبطهُ الدكتور ايفز مدير البحث في هذه المعامل وزملاؤهُ فيها . ومن هذا التلفاز سُدِّدت شعاعة قوية من النور من خلال قرصٍ كشاف الى الفتاة فمرّت بالتوالي نقطاً من النور على وجهها وثوبها كما في التلفزة العادية . وفي غرفة اخرى في البناية نفسها تلفاز لاقط اقام امامهُ الدكتور ايفز ينظر الى رقعة مربعة من الزجاج لا تزيد مساحتها على مساحة طابع بريد متوسط الحجم . فلما سُدِّدت شعاعة النور الى وجهِ الفتاة انتقلت صورتها بقعاً منيرة متتابعة نقلاً سريعاً الى التلفاز المرسل ثم سارت في اثير الهواء الى التلفاز اللاقط فرأى الدكتور ايفز صورة الفتاة والوان ثوبها كما هي . هذه هي التلفزة الملونة ، التي تعدُّ من عجائب الدهر ! ثمَّ تعاقَبَ المشاهدون مكان الدكتور ايفز فرأوا ما رأى . وبدلت الفتاة براية اميركية اولاً ثم براية انكليزية ثم باصص يحتوي على ازهار فكانت الرؤية مما يبشّر بمستقبل باهر لهذه العجيبة الميكانيكية الجديدة

قلنا ان نور الشمس سبعة الوان متميز احدها عن الآخر ولكنّ لكلّ لونٍ منها مناطق تختلف طيوف اللون فيها باختلاف بُعدها عن الالوان المجاورة لها . فاذا اقتربت في منطقة اللون الاصفر من منطقة اللون الاخضر كان اللون الاصفر اقلّ صفرة وأكثر خضرة منهُ في منطقة قريبة من اللون البرتقالي . ولكن العين البشرية لا تستطيع ان تتبين هذه الفروق الدقيقة في صور تتوالى عليها بسرعة الصور المتحركة

ومعلوم لدى المشتغلين بالطباعة المصورة ان الصورة التي يراها القارئ على صفحة مصورة ليست سوى نقط دقيقة تختلف سواداً وبياضاً باختلاف مواقع الظلّ والنور على الجسم المصوّر وان عين الانسان لعجزها عن تبيّن هذه النقط ترى الشبح المرسوم صورة متصلة الاجزاء وهذه النقط تكبر او تصغر بحسب الشبكة التي ترسم عليها . فاذا كانت كبيرة سهلت رؤيتها

ومعلوم كذلك لدى المشتغلين بالتصوير انهُ اذا مزجتَ مقداراً من الصبغ الاصفر بمقدار من الصبغ الازرق تكوّن لديك صبغ اخضر تختلف خضرتهُ باختلاف مقداري الصبغين اللذين يتكوّن منهما . وقد ثبت لدى المشتغلين بالطباعة الملونة ان مزيج مقادير مختلفة من الوانٍ ثلاثة — هي الاصفر والأحمر والأزرق — يمكننا من تقليد اكثر الألوان الطبيعية . فالصورة الملونة تطبَع عادة ثلاثاً بالاصفر اولاً ثم بالاحمر ثم بالازرق . فالنقط الصفر في الصورة النهائية كانت بارزة في روشم اللون الأصفر وغائرة في روشمي اللونين الأصفر والأزرق . فلما طبعت ظهرت النقط

الصفر صفراً لانهُ لم يوجد نقط حمر او زرق فوقها تغطيها . والنقط الخضر هي نقط بارزة في الروشمين الأصفر والأزرق وغائرة في الروشم الاحمر فلما جاءت النقطة الزرقاء فوق النقطة الصفراء تكوّنت نقطة خضر . والنقطة البنفسجية مؤلفة من نقطتين بارزتين في الروشمين الاحمر والازرق واللونان معاً يولدان اللون البنفسجي

ومن الحقائق الطبيعية الاساسية انوردة ترى حمراء لانها تمتص كل أمواج النور الاّ الامواج الحمـر فتعكسها الى العين فتُرى حمراً . لذلك استنبطوا شيئاً يسمونهُ المصفاة اللونية وهو فلمٌ هـلامي شفاف ملوّن يمتص كل أشعة الطيف المنظور الاّ الأشعة التي من لونهِ فتخترقهُ الى الجهة الثانية فكأنهُ يصفي الالوان ومن هنا اسمهُ

نرجع الآن الى التلفزة الملونة . توجّـه شعاعة من التلفاز المرسل الى وجهِ الفتاة وثوبها ويعكس النور عنها الى لوح زجاجي وراءهُ أربعة وعشرون مصباحاً كهربائيًّا كلٌّ منها عين كهربائية أي تستطيع ان تتأثر بالنور وتولد تياراً كهربائيًّا . فأربعة عشر مصباحاً منها لونها احمر أي لا تخترقها الاّ الاشعة الحمر وثمانية خضر لا تسمح الاّ للاشعة الخضر باختراقها ومصباحان أزرقان

تمرُّ الشعاعة على وجهِ الفتاة وثوبها وتنعكس عنهُ الى هـذه المصابيح فتلتقط المصابيح الحمر ما في خدي الفتاة من تورد وما في ثوبها من بقع حمر وتلتقط المصابيح الزرق ما في عينيها من زرقة والمصابيح الخضر ما في نسيج الثوب من رسوم خضر . وكل لون يحدث في كلّ مصباح تياراً دقيقاً من الكهربائية ينقل لاسلكيًّا الى التلفاز المستقبل . ولكنَّ التيار الخاص بكل لون منها ينقل بأمواج لاسلكية خاصة بهِ

أما التلفاز اللاقط فيعتمد على ثلاث آلات لاسلكية لاقطة الواحدة تلتقط اللون الأحمر والثانية الاخضر والثالثة الازرق . ويتصل بالآلتين اللاقطتين للونين الازرق والأخضر مصابيح مملوءة بغاز الأرغون الذي ينير نوراً أزرق ضارباً إلى الخضرة . وبالآلة اللاقطة للّون الأحمر مصابيح مملوءة بغاز النيون الذي ينير نوراً احمر . ويوضع أمام المصابيح اللاقطة للون الازرق مصفاة لونية زرقاء وأمام مصابيح الآلة اللاقطة للون الاخضر مصفاة لونية خضراء وأمام المصابيح اللاقطة للون الاحمر مصفاة لونية حمراء . ثم تُضمُّ هذه الشعاعات الثلاث الملونة في شعاعة واحدة بواسطة مرايا وعدسات محدّبةٍ فيصير لدينا شعاعة واحدة من النور يتغير لونها بحسب تغيُّر الاشعة التي تنعكس عن وجهِ الفتاة وثوبها . ثم توجه هذه الشعاعة الى قرص مثقوب كالقرص الكشاف فتخترق ثقوبهُ وتقع نقطاً على ستار خاص . ومتى اجتمعت هذه النقط المختلفة رأت العين من مجموعها الذي تختلف فيهِ مواقع الظل والنور ومواقع الالوان المختلفة بحسب اختلافها على الجسم المتلفز ، شبح الجسم بالالوان الطبيعية . واجتماع هـذه النقط سريع جدًّا يتم في جزءٍ دقيق من الثانية فلا تشعر العين الاّ وهي ترى الشبح كاملاً بألوانهِ الطبيعية

مخاطبة المريخ

حاول بعضهم مراراً في نصف القرن المنقضي ان يبعث برسالة الى سيّار مجاور وكانت هذه المحاولات في الغالب غير مبنية على اساس علميّ . ومع ذلك فالموضوع ليس مما يجدر بنا ان نتجاهله فبسطهُ ضروري توطئة للبحث عن وسائل فعالة لحله . والمسألة تقسم بطبعها الى ثلاثة اقسام . الاول — هل نستطيع ان نبعث باشارة في الفضاء يمكن وصولها الى عالم مجاور ؟ . ثانياً — اذا استطعنا ان نبعث باشارة من هــذا القبيل فهل يحتمل التقاطها هناك وفهمها ؟ ثالثاً — واذا كان ذلك ممكناً فما الاشارة التي نستطيع ان نبعث بها ؟

ولتبيان المصاعب التي تنطوي عليها هــذه المحاولة لنفرض اننا استعملنا تلفازاً تصدر منهُ اشارتنا. فقد ورد في مجلة «دسكفري» عدد مايو سنة ١٩٣٠ اقتراح لاستعمال التلفاز لمخاطبة المريخ وبعد تحليل هذه المسألة وصل الكاتب الى النتيجة التالية وهي : ليس من المرجّح ان يكون لدى جيراننا على سطح المريخ ادوات دقيقة لالتقاط الاشارات التلفزية . وهذا هو عين الصواب . فالتلفاز نوعان مرسل ولاقط . اما المرسل فيحوّل النور الى تيار كهربائي يتغير بتغير قوة النور بوسائل دقيقة كل الدقة . وأما التلفاز اللاقط فيحس بالتيار الكهربائي ثم يحوّله الى نور يضعف ويقوى كالنور في التلفاز المرسل . فالآلة معقدة كلَّ التعقيد واستعمالها يقتضي وجود ادوات دقيقة يعجز عنها ابناءُ الارض الاّ المهندسون والهواة القلائل المتعلقون بهذا الموضوع الفتان . وفي محاولتنا مخاطبة سيّار مجاور يجب الاّ نسلّم بوجود ادوات ووسائل كالادوات والوسائل التي نستعلمها نحن . وغاية ما نستطيع ان نرجوهُ هو ان يكون جيراننا عارفين بوجود شيء اسمه الطيف الكهربائي المغنطيسي ويملكون طريقة للكشف عن الامواج الكهربائية المغنطيسية (الكهرطيسية)

ثم هناك اعتراض آخر على استعمال التلفاز . من المرجح ان يكون سكان سيار آخر قادرين على الاحساس بالنور لان هذا الاحساس على مايظهر لامندوحة عنهُ لارتقاءِ الحياة العقلية . ولكن من قبيل الترجيم بالغيب حسباننا احساسهم بالنور مثل احساسنا. فاذا اننا فرضنا استطعنا ان نصنع تلفازاً مرسلاً قويّاً يمكننا من ارسال اشارة تلفزية الى المريخ وان هــذه الاشارة وصلت وان المريخيين يملكون تلفازاً لاقطاً على منوال تلفازنا وانهم استطاعوا ان يلتقطوا الاشارة المرسلة فاننا لا نستطيع ان نجزم قط بأنهم يفهمون ما يرون او على الاقل بأنهم يفهمونهُ كما نفهمهُ نحن . فلمعالجة المسألة معالجة علمية يجب ان نبحث عن اشارة اساسية بسيطة يسهل على جيراننا التقاطها وفهمها

ولما كنا نحاول ان يكون التخاطب بين الارض وسيار آخر يفصل بينهما فضاءٌ خلاء فمن الواضح انهُ يجب ان تكون اشارتنا نوعاً من الاشعاع يسير في الفراغ . فكأننا نقول علينا ان نستعمل جزءًا

من الطيف الكهربائي المغنطيسي (الكهرطيسي) الممتد من اشعة اكس الى الاشعة اللاسلكية الطويلة . ومع ما يبدو لاول وهلة من كثرة انواع الاشعة التي يمكن استخدامها لهذا الغرض يثبت لنا لدى التحقيق ان اختيارنا مقتصر على نوع او نوعين منها فقط

فلا يخفى على القارىء ان للارض جواً يمتص كثيراً من الاشعة التي تنطلق من سطحها او تجيئها من الخارج . لذلك لا نستطيع ان نستعمل اشعة اكس ولا الاشعة التي فوق البنفسجي لان الغازات تمتصها بسهولة . فاذا جعلنا اشارتنا من هذه الاشعة تعذر عليها ان تنفذ من الجوّ الذي يحيط بالارض الى الفضاء حولها . اما اشعة النور والحرارة فلا يمتصها الهواء ولكنها لا تصلح لهذا الغرض لانهُ مهما قوي مصدر النور او الحرارة الذي نستعملهُ فان نور الشمس وحرارتها يطغيان على نوره وحرارته

يتضح لنا مما تقدم اننا يجب ان نحصر اختيارنا في منطقة الامواج الهرتزية (اي اللاسلكية) وهي في طرف الامواج الطويلة من الطيف الكهربائي المغنطيسي وتستعمل الآن في الاذاعة اللاسلكية . ولكننا نصطدم في الحال بصعوبة كبيرة وهي ان في الجو طبقتين تدعى احداها طبقة هيفسيد والاخرى طبقة ابلتون من شأنهما ان تردّا الامواج اللاسلكية من الانطلاق الى الفضاءِ خارج الارض . وهاتان الطبقتان تمكناننا من استعمال الامواج اللاسكية في المخاطبات فهما تمنعانها من الانتشار فتدور حول الارض وقلما تتعدى منطقة جوّ الارض . فاذا انطلقت شعاعة من الامواج اللاسلكية من مذيع لاسلكي معيّن انتشرت في كل الانحاءِ وذهبت صُعُداً في الجو حتى تصطدم بطبقة من الهواءِ المؤيّن (ionized مكهرب) — طبقة هيفيسيد او طبقة ابلتون — فتنكسر وتنعكس ثانية الى سطح الارض . وانحناءُ الأمواج الهرتزية بالانكسار والانعكاس احياناً هو الكفيل بانتقال المخاطبات اللاسلكية حول الأرض هذه المسافات الطويلة . ولكننا اذا نظرنا اليهِ من وجهة المخاطبة بين السيارات وجدناهُ عائقاً كبيراً يحول دون ما نتمنى

على ان بعض الامواج اللاسلكية يستطيع ان يخترق هذه الطبقة الى الفضاءِ خارجها . فقد اثبتت المباحث الحديثة ان الامواج اللاسلكية القصيرة اقل تأثراً بفعل طبقة هيفيسيد من الامواج الطويلة . قد لا نتمكن من توليد امواج تخترق الجو في خطٍ مستقيم ولكنها اذا كانت من طول عشرة امتار كان انكسارها في اختراقهِ مما لا يُعبأُ بهِ كثيراً في هذا الصدد . ثم هناك امواج لاسلكية طويلة يزيد طول الموجة منها على عشرة آلاف متر لا يمتصها الهواءُ ولا تكسّرها طبقة هيفيسيد

فلدينا اذاً منطقتان من الامواج اللاسلكية يمكنها اختراق طبقة هيفيسيد : الامواج التي طولها دون العشرة الامتار والامواج التي طولها يزيد على عشرة آلاف متر . ولكننا في ارسال شعاعة من الامواج الى مسافة خمسين مليوناً من الاميال (متوسط بعد المريخ عنا) يجب ان نعنى عناية خاصة بقوتها . ولذلك نفضل الاشعة القصيرة لاننا نستطيع ان نجمعها ونعكسها بعاكسات

خاصة على طريقة مركوني فتخترق جوّ الارض والفضاء ثم جوّ السيّار المقصود الى سطحه . والمظنون ان كلَّ اشعاع تكون قوتهُ كافية لاختراق جو الارض يستطيع ان يخترق كذلك جوّ السيّار الآخر المرسل اليهِ

اما وقد حصرنا موضوعنا هذا الحصر فنتقدم الى السؤال التالي : هل في الامكان ان نصنع مصدراً لاشعة لاسلكية قصيرة تكون على جانب كافٍ من القوة للنفوذ بها من جوّ الارض الى الفضاء الى سطح السيار الآخر ؟ لا بدَّ ان يكون الجواب عن هذا السؤال نظريا بحتاً لاننا لا ندري هل عند المريخيين أداة لاسلكية لاقطة . أما الاشعة التي نطلقها نحن من الأرض فيضعفها في طريقها ما يصيبها من انتشار وامتصاص . فباستعمال العاكسات اللاسلكية الحديثة يمكننا ان نمنع الانتشار (إلاَّ ما كان سببهُ التفرق) ولكن توجيهنا الشعاعة الى مركز السيار لا يمكن ان يكون محكماً . فاذا استعملنا شعاعة دقيقة فالمرجح اننا لا نصيب هدفنا في الفضاء الواسع . لذلك يجب ان نستعمل شعاعة تنفرج قليلاً قليلاً كلما بعدت عنا حتى تصبح مساحة مقطوعها متى وصلت المريخ عشرة آلاف مليون ميل مربع اتقاءً لاخطاءِ الهدف

وارسال شعاعة هذه قوتها ليس مسألة متعذرة ولو صعب تحقيقها الآن . فان ارتقاء العلم والصناعة كفيل بتحقيقها في المستقبل . والمهندسون اللاسلكيون يستطيعون أن يصنعوا لنا الآلات اللازمة لتوليد الشعاعة المطلوبة ولكن الصعوبة كل الصعوبة في تسديد هذه الشعاعة بعد عمل حساب لانكسارها في اثناءِ اختراقها لطبقة هيفيسيد حتى لا تخطىء المريخ

***

واذا نظرنا الى المسألة من وجهها الفلسفي وجدنا انهُ غير محتمل ان تكون الارض السيّار الوحيد في النظام الشمسي الذي يسكنهُ أحياء عاقلون . واذا صرفنا النظر عن كل اعتبار بيولوجي وجدنا أن هذا النظر الفلسفي يكفي غريزة عميقة في النفس وكل نظر آخر يكون متسماً بسمة الانانية البطليموسية التي حسبت الأرض مركز الكون . وزد على ذلك ان التدليل على عدم موافقة السيارات الأخرى للحياة اطلاقاً ، باطلٌ لان تدليلاً من هذا القبيل يسلّم بأن البروتوبلازم هو أساس الحياة الوحيد . وليس لدينا ما يثبت ان البروتوبلازم كما نعرفه هو أساس حيوي لم تطرأ عليهِ تغيرات سببتها ، جوُّ الارض وأحوال سطحها . حتى لو سلمنا بأن البروتوبلازم اذا وجد على المريخ او الزهرة كان من نوع بروتوبلازمنا لم نستطيع ان نقيم الدليل على ان الحياة مستحيلة على سطحيهما . ومتى كانت الحياة ممكنة فالحياة العاقلة محتملة او مرجحة

والمسألة التي تهمنا بوجهٍ خاص هي اذا سلمنا بوجود الحياة العاقلة على المريخ فهل عقلها من النوع الذي يستطيع ان يدرك معنى اشارتنا المنطوية في موجة لاسلكية « هرتزية » ؟ يجب ألاَّ نحسب أن الاحياء هناك لهم عقول كعقولنا وتعليم كتعليمنا واختبار كاختبارنا . فما اطول الزمن

الذي انقضى على الاحياء العاقلة على سطح الارض قبلما تمكنت من فهم بعض الظاهرات اللاسلكية! فاذا صحَّ لنا ان نسلم بأن لهؤلاء العاقلين عناية فلسفية وتجريبية بشؤون الكون المادي صحَّ لنا ان ننتظر منهم ان يلتقطوا اشاراتنا ويفهموها

وعلينا الآن ان ننظر في الاشارة التي نبعثها بهذه الأمواج اللاسلكية . وهنا نصطدم بصعوبات تختلف عن الصعوبات التي جئنا على ذكرها . فاشارتنا يجب ان تلخص فكراً اساسيًّا من مقومات الحياة العقلية الخاصة بنا حتى يستطيع ملتقطها اذا كان له العقل الذي سلمنا بهِ جدلاً ، ان يفهم مصدرها ومغزاها . فمن العبث مثلاً ان نرسل رسالة باللغة الانكليزية الى عالم فرنسي لا يعرف اللغة الانكليزية . فان ذكاءه بالغاً ما بلغ من التفوق لا يمكنهُ من فهم الرسالة الانكليزية

وأملنا الوحيد هو في استخلاص حقيقة بسيطة اساسية من حقائق الكون . كمقام الارض بين السيارات مثلاً . فهي السيار الثالث في ترتيب السيارات من الشمس الى پلوطو . يفصل بينهما عطارد والزهرة . ومهما يكن نوع الذكاء الخارج عن الارض فلا ريب في ان ثلاث نبضات لاسلكية تُفهم ذلك العقل معنى «الثلاثة» . لذلك اقترح احدهم ان تكون مخاطبتنا للمريخ مبنية على ارسال طائفة من الاشارات كل اشارة منها ثلاث نبضات لاسلكية . اننا لا نستطيع ان نتكهن ما هي صورة «الثلاثة» في عقل المريخي ولكنها صورة اساسية في الطبيعة . فاذا اتفق اننا التقطنا اشارة لاسلكية آتية من خارج منطقة الارض كل اشارة منها اربع نبضات صحَّ ان نفرض ان هذا ردُّ المريخ

وقد يعترض على ذلك بان الاشارة المؤلفة من ثلاث نبضات لاسلكية بسيطة لا تدلُّ على ذكاءٍ ولذلك يجدر بنا ان نبتدع اشارة اعقد منها تكون ادل على الذكاء . وقد اشار احد علماء الهيئة ، في اثناء بحثهِ في القمر الى امكان مخاطبتهِ برسم مثلثٍ قائم الزاوية على سطح فسيح من الارض . وحجتهُ في ذلك ان هذا المثلث اساسي في الهندسة يبيّن لسكان القمر — اذا كان مسكوناً — وجود احياء عاقلة ذكية على الارض . والاعتراض على ذلك ان هندسة اقليدس ليست الاَّ مدخلاً لهندسة الكون فلا يلزم عن ذلك ان تكون نظرياتها اساسية في كل هندسة كونية . ثم الم يسبغ الاستاذ لول على سكان المريخ — الوهميين — عقلاً ارضيًّا اكثر مما يسمح لهُ قانون المرجحات بذلك . فحسباننا المثلث القائم الزاوية صورة اساسية في كل انحاءِ الكون من قبيل لوم المصري لانهُ لا يتكلم اللغة الصينية. فيجب علينا ونحن نحاول ابتداع طريقة للمخاطبة بين السيارات ان تكون اشارتنا كونية

اما وقد عالجنا الموضوع من وجوههِ المختلفة فلنلتفت الى النظر في هل تحقيقهُ ممكن . ليس لدينا الآن من الوسائل ما يمكننا من ارسال اشارة لاسلكية الى المريخ ولكن تقدم العلم وارتقاء البحث في طبقات الجوّ كفيلان بتوفير ذلك في المستقبل القريب . واذا فزنا بارسال الرسالة فهل هناك من يلتقطها ويفهمها ؟ لا نعرف سبباً علميًّا يمنع ذلك . ولا يخفى ان بين الخيال والتحقيق منطقة تهجع فيها التصورات الى ان يقيض لها ما يخرجها من عالم التصور الى عالم الحقيقة

أجنحة المستقبل

مضى الزمن الذي كان فيهِ الخيال رائد الكلام في موضوع الطيران ومستقبله . فقد اخـذنا قسطنا من النبؤات الغريبة المبنية على خيال كثير وعلم قليل لا يؤيدها الا ان الانسان قد فاز بالطيران . ولا بدمن التسليم بان الارتقاء السريع الذي اوحى بهِ فوز الابطال في رحلاتهم المشهورة كلندبرغ وهنـكلر وبرد وكوست ومولیصون وغيرهم افضى الى خيبة الآمال . ان مجد فعالهم لا يزال متألقاً ، ولكن الحوادث التي كانت منتظرةً نتيجة لهذه الفعال لم تتحقق

وقد يظهر للقارىء ان القول المتقدم لا يفوه بهِ الاَّ شاعرٌ بمرارة الخيبة . والواقع ان هذا الشعور هو سمة الطيران الآن . على ان الشعور بمرارة الخيبة لا يعني القنوط بوجه ما . بل قد يكون باعثاً قويًّا على التفكير الصحيح والكلام الصريح . ولما كان الطيران قد وصل في ارتقائهِ الى مرحلة حرجة فيجدر بنا ان نواجه الحقائق التي ينطوي عليها علم الطيران وفنهُ وصناعتهُ في العصر الحاضر والعصر المقبل

وثمة ثلاثة عوامل يجب ان نعطيها نصيبها من البحث والتدبُّر — هي الطيارة والسائق والمواصلات الجوية

ونحن في جانب الصواب اذا قلنا ان الطيارة الآن آلة كاملة من جميع الوجوه — اوتكاد تكون كذلك . وكل ما يدخل على بنائها الآن من ضروب التحسين والاتقان انما يتناول وجوه التفصيل فيها لا وجوه الاساس . فقد ازال المهندسون بمباحثهم الدقيقة كل ريبة ترتبط بمتانة المواد التي تبنى منها الطيارة وقدرتها على تحمل ما تتعرض لهُ من الضغط . والاختبار قد علم المهندسين والطيارين على السواء ما ينتظر من كل ضرب من الطيارات . فهم يستطيعون ان يبنوا الآن طيارات لاغراض معينة فواحدة تطير بسرعة معينة واخرى تحلق الى ارتفاع معين وثالثة تستطيع ان تحمـل حملاً معيناً وهكذا . واذ كانت الطيارات من نحو ٢٠ سنة في دورها البدائي كان يصح ان ننتظر تطورها في اتجاهات مختلفة . اما وقد اتخذت الآن اشكالاً معينة فحدوث انقلاب اساسي كبير في تطورها لن يكون الاَّ اذا تناول بعض مبادىء بنائها الاساسية

ولسنا نجور على الطيران في توجيهِ هذا النقد اليهِ . لان هذا النقد انما هو نقد لهذا الضرب من الطيارات . ونتيجته ، اذا اسفر عن نتيجةما ، انما تكون لخير الطيران كصناعة من جهةٍ ووسيلة من وسائل الانتقال من جهة اخرى . فما هي القيود التي تجعل ارتقاء الطيارة كما هي الآن ارتقاءً محدوداً ؟ اننا نعلم ان لارتفاع الطيارات حدوداً لا تستطيع ان تتعداها سببها طبيعة بناء الآلة التي تسيّر الطيارة ولطف الهواء في الطبقات العليا . ولكن هذه القيود لا شأن لها الآن . لان الارتفاع

الى هـذه الاعالي لا يفيدنا كثيراً الا اذا كان ارتفاعاً الى منطقة الرياح العظيمة التي تهب في اتجاه معاكس لدوران الارض وتحقيقهُ غير محتمل من الوجهة العلمية الآن . ثم اننا نعلم انهُ لا بدَّ ان يكون لسرعة الطيارات حدٌّ ما زالت تعتمد على المحركات لدفع جسم الطيارة في الهواءِ او لجرّهِ . وهنا نقول كذلك بأن حدود السرعة لا تهمنا كثيراً فسرعة مائتي ميل في الساعة للطيارات التجارية كافية للوفاء بحاجات التجارة والعمل في النقل والانتقال . ولكن في الطرف الآخر من السرعة والارتفاع نجد ان لا بد للطيارة من السير بسرعة معينة لتظل في الجوّ فاذا هبطت سرعتها عن ذلك سقطت . ونحن نعلم كذلك انهُ متى اقتربت الطيارة الى سطح الارض وحطَّت عليهِ صار من المتعذر علينا السيطرة عليها كل السيطرة كما نفعل وهي في اعالي الجو . فهذان القيدان اللذان يقيدان الطيارة لهما شأن كبير في تحديد ارتفاع الطيران وذيوعهِ

﴿ مسألة النزول ﴾ ان موطن الضعف الاكبر في الطيارة هو عجزها عن الطيران ببطءٍ وعجزنا عن السيطرة عليها كل السيطرة متى حطت على الارض فلا نستطيع ايقافها في البقعة التي تنزل فيها . فالصعوبة الكبرى التي تبدو غيمة في أُفق المستقبل هي صعوبة « النزول الى الارض » . وهـذه مسالة عملية تهم كلَّ راكبٍ تهمهُ سلامتهُ . وكلُّ مسافر عن طريق الجو يدرك شأنها إذ يرى الطيارة تحط على الارض وتدرج عليها بسرعة خمسين ميلاً في الساعة ولا تقف إلاَّ بعد ما تقطع نحو نصف كيلو متر أو اكثر من المكان الذي نزلت فيهِ . وكل مهندس يشرف على مطير يعدُّ مطيره ليكون خالياً من العقبات الصغيرة التي قد تصطدم بها الطيارات في اثناء درجها قبل القيام أو بعد النزول . والاحصاءات التي جمعت للذين قتلوا في الطـيران تدل على ان نسبة الذين قتلوا في نكبات نشأت مما تقدم كبيرة جدًّا

وقد ادرك المستنبط الاسباني ده لاشيرفا هذا الضعف في الطيارة من نحو خمس عشرة سنة لما كان يراقب طيارة من طراز خاص بناها للتجربة . ذلك انهُ رآها تتحطم لان سائقها فقـد سلطانهُ عليها لسبب ما ، فقداً مؤقتاً ، وهي طائرة على مقربة من سطح الارض فاصطدمت بهِ وتحطمت فكان تحطيمها تحطيماً لايمانهِ بالطيارة كما هي . فبدأ يبحث عن طراز افضل او عن جهاز يقي الطيارة من هـذا الضعف . فكانت الطيارة المعروفة بالاوتوجيرو نتيجة ذلك . وهي طيارة لها دولاب مؤلف من اربعة اضلاع يدور دوراناً افقيًّا بحركة الهواء ويحلُّ محل الاجنحة الاعتيادية . وقد مرَّ بنا أن الطيارات العادية يجب ان تسير بسرعة ٥٠ ميلاً في الثانية لكي تبقى في الجو ولكن هذه الطيارة تطير بسرعة عشرين ميلاو تبقى في الجو . والطيارة العادية يجب ان تكون سرعتها ٥٠ ميلاً في الساعة لدى نزولها الى سطح الارض ولا بدَّ من ان تجري مسافة عليهِ قبلما تخفُّ سرعتها وتقف . وأما طيارة الاوتوجيرو فتستطيع ان تنزل على الارض نزولاً عموديًّا وتقف حيث تنزل

﴿ السائق ﴾ وموطن الضعف الثاني في الطيران الآن هو سائق الطيارة . ولعلَّ مهنة السائق

من اشق المهن التي ظهرت في هذا العصر الصناعي . فسائق الطيارة يجب ان يكون بارعاً حاذقاً قوي الجسم سليم البنية يسيطر عقله على كل عضو بسرعة ومضاء . ويجب ان يكون كذلك من اولئك الذين يقدرون التبعة في ما يعهد اليهم من الاعمال . ثم يجب عليهِ ان يتمرن مرانة طويلة علمية وعملية وان يتصف برباطة الجأش والشجاعة وسعة الحيلة . جميع هذه الصفات والمزايا لازمة لهُ اليوم لزومها في عهد الطيران الاول . بل هو احوج اليها اليوم من قبل . والسبب في ذلك بناء الطيارة ذاتها . فليس اسهل من التدليل على استحالة بناء طيارة لا يحطمها تهوُّر سائق او غفلتهُ او اضطرابهُ او بطء تفكيره . ولو كان بناء هذه الطيارة ممكناً لكان الطيران اكثر انتشاراً من ركوب السيارات . ولكن الحقيقة الواضحة ان السائق الخبير فقط يصحُّ الاعتماد عليهِ في سوق طيارة تجارية من غير تعريضها ومَن فيها للخطر . وقد استنبطت وسائل مختلفة لوقاية الطيارة والمسافرين جميعها لا تغني عن السائق الخبير فتيلاً . وحديثاً قرّر خبراء الطيران في اميركا ان سلامة الطيران تقوم على بناء الطيارة وبراعة السائق وان نسبة العامل الاول الى الثاني كنسبة ١ الى ٩ وهذا غير كافٍ في مركبة يأمل اصحابها ان تصبح وسيلة عامة للنقل والانتقال

فلا السفينة ولا القاطرة ولا السيارة تعتمد في سلامة سيرها هذا الاعتماد على سائقها . ومن اصعب الاعمال التي يقوم بها سائق الطيارة هي النزول بطيارتهِ سالماً الى الارض والوقوف عليها في احوال غير مواتية

وقد ثبت في مئات من التجارب ان طيّارة الاوتوجيرو ، تزيل هذا الخطر لانها تطير بسرعة قليلة وتظلُّ عانية لسيطرة السائق ، ويسهل النزول بها في ساحة يتعذر نزول الطيارة العادية فيها من دون ان تتعرض للانقلاب او الاصطدام . فطيارة الاوتوجيرو اذا قيست بالطيارة العادية كانت كالسيارة التي لها اربع فرامل ازاء السيارة التي ليس لها فرامل قط . فالسائق البارع جدًّا يستطيع ان يسوق السيارة الثانية ويوقفها متى شاء تقريباً ولكن كل سائق متوسط يستطيع ان يسوق السيارة الاولى من دون تعرضهِ او تعرضها للخطر

والخلاصة ان الاوتوجيرو قد حلّت مشكلة النزول الى الارض والسيطرة على الطيارة في كل آن وكل حال . وقد شهد الطيارون الاميركيون ان رجلاً لا يعرف شيئاً عن تسيير الطيارات يستطيع ان يتعلم تسيير طيارة الاوتوجيرو في ربع الوقت الذي يستغرقهُ لتعلُّم تسيير الطيارة العادية

﴿ المواصلات الجوية ﴾ تمتد خطوط الطيران مئات الالوف من الاموال فوق البلدان الاميركية والاوربية . ولكن الطيارات التي تطير فوق هـذه الخطوط قليلة جدًّا . قابلوا بين طول السكك الحديدية والقطرات التي تستعملها . قابلوا بين اسماء المسافرين بالبواخر في يوم واحد من مرفإ نيويورك واسماء المسافرين بالطيارات في اثناء سنة كاملة تروا البون شاسعاً

والسبب الاكبر في ذلك هو قلة اصحاب الطيارات الصغيرة الخاصة . فصناعة السيارات لم تبلغ

ما بلغتهُ من الارتقاءِ والاتساع الاَّ لما اتقنت السيارة الصغيرة فصار اصحابها يعدون بالملايين . وهذا سوّغ للحكومات والمجالس البلدية انفاق الاموال الطائلة على بناءِ الطرق وترميمها وحفظها في حالة جيدة لهذه السيارات . والطيران يحتاج الآن الى الطيارة الصغيرة الخاصة لكي يبدأ عهداً جديداً من الارتقاءِ والاتساع باكثار المطارات والمنائر وتخطيط طرق الطيران الليلي وما الى ذلك

وهذا بعيدٌ عن التحقيق الآن للاسباب التي تقدم ذكرها . فالرجل المتوسط المنصرف الى عمله لا يجد لديه متسعاً من الوقت يمكنهُ من تعلم الطيران حتى يبرع فيهِ ولا هو يستطيع ان ينفق على بناءِ مطير خاص بهِ علاوة على شراء طيارة . وبناءُ مطير خاص او السكن على مقربة من مطير عام ضروري لاستعمال الطيارات الخاصة . والاَّ ضاعت مزيتها. وانا اعتقد ان طيارة الاوتوجيرو تحلُّ المشكلة من هذا القبيل فتسييرها اسهل جدًّا من تسيير الطيارة العادية لانها لا تتعرض لمخاطر القيام والنزول التي تتعرض لها هذه . وليس ثمةَ ضرورة لبناءِ مطير خاص او السكن قرب مطير عام لان طيارة الاوتوجيرو تستطيع النزول الى الارض في بقعةٍ لا تزيد على نصف فدان . بل ان ده لاشيرفا واثق من اتقانها حتى يسهل استعمال سطوح المنازل لقيامها ونزولها

فسرعة الطيارة العادية لدى النزول ، وشدة التبعة الملقاة على عاتق السائق ، وضعف الامل باقبال الافراد على الطيارات عوامل تحول دون ارتقاء الطيران الآن وطيارة الاوتوجيرو تتلافاها كما بيّنا سابقاً ، واتقانها يؤذن بفاتحة عهد جديد

***

وقد اشرنا الى هذه الطيارة في مقتطف دسمبر ١٩٢٥ لدى تجربتها اولاً في بلاد الانكليز فقلنا : وقد استنبطها مهندس اسباني اسمهُ جوان ده لاشيرفا بعد ما قضى سنين كثيرة وهو يبحث ويمتحن جربها في ١٩ اكتوبر الماضي (١٩٢٥) ببلاد الانكليز امام السر صموئيل هور وكبار ضباط وزارة الطيران . والطيارة التي اطارها لم تكن في الدرجة المطلوبة من الاتقان فانها طيارة عادية قصَّ جناحاها وابدلا بالمروحة المشار اليها آنفاً ومع ذلك ركبها الكبتن كورتني وفعل بها كل ما ادعاه لها مخترعها فانها طارت بعد ان زحفت على الارض مسافة قصيرة جدًّا . وأغرب من ذلك نزولها فان محركها جعل يدور بطيئاً بسرعة ١٢٠ الى ١٤٠ دورة في الدقيقة والطيارة لا تتقلقل وقبل ان وصلت الى الارض بمئات قليلة من الاقدام اوقف الطيار آلتها فابطأ اللولب الدافع لها ثم وقف عن الحركة فنزلت الطيارة رويداً رويداً الى ان بلغت الارض سليمة وبغير ان تزحف عليها زحفاً يشعر بهِ وكاد يتحقق بها حلم الذين ينتظرون ان تحط السيارات على سطوح البيوت في المدن الكبيرة . وقد ثبت انهُ اذا كانت سرعة الريح نحو تسعة اميال في الساعة او اكثر قليلاً استطاعت هذه الطيارة ان تقف في الجو فوق الغرض الذي تريد الوقوف فوقهُ وهذا متعذر في الطيارات العادية. وقد ادخل عليها بعد ذلك وجوه جمة من التحسين والاتقان ولكنها لا تزال غير شائعة الشيوع المقدر لها

السفن السهمية

ورحلة وهمية الى المريخ

ان أسفار المستنبطين حافلة بذكر المستحيلات التي تحققت . فالآلة البخارية . والسفينة المبنية بالحديد . والطيارة . والغراموفون . والمصباح الكهربائي — جميع هذه جاء عليها عهد حسب المفكرون تحقيقها من وراء العقل الانساني والابداع البشري . و « الاسترونُتكِس » لفظ جديد يعني « ملاحة الفضاء » يشير الى علم جديد لا يزال بين العلوم التي لم تثبت بالدليل والامتحان . ولكن ما تنطوي عليهِ هذه اللفظة من الاعمال العظيمة يستثير الخيال ، فيجعل أعجب فعال الطيارين المعاصرين لعب اطفال ازاءهُ . ولذلك لن ينفك هذا العلم ميداناً لابداع المهندس وتحقيق الطبيعي وخيال المتخيل

تصوَّر أيها القارىء أننا سنترك الارض في آلة مسدودة سدًّا محكماً . واننا سنخترق الفضاء سائرين من كوكب الى كوكب بسرعة لم يُتح مثلها لانسان من قبل . واننا سوف نرى في اثناء رحلتنا هذه ما على سطح القمر من المشاهد ، وخصوصاً ما على سطحهِ المحجوب عن الارض . لانهُ لا يخفى عليك ان القمر يدور حول الارض وهو أبداً مشيح عنها بأحد وجهيهِ . واننا سنزور بأنفسنا سطح المريخ فنبحث عن حقيقة الاقنية التي تصوَّرها لوِل من صنع ناس عاقلين لاغراض الريّ . واننا كذلك سوف نخترق الحجب المسدولة على وجه الزهرة لنرى ما وراءها من مشاهد . (لأن جوّ الزهرة مشبع بالبخار المائي فالغيوم فيهِ كثيرة تحجب عن وجهها) . أي خيال يستطيع ان يبدع لنا رحلة أمتع للعقل وأشد اذكاءً للخيال !

ولكن ما هي الحوائل التي تحول دون رحلتنا الى المريخ وغيره من السيارات البعيدة ؟ الحائل الاول هو جاذبية الارض كما تبدو لنا في ثقل الاشياء على سطحها . فلكي نفلت من جوّ الأرض الى رحاب الفضاء يجب ان نقوى على ثقلنا وثقل الآلة التي تنقلنا — أي يجب ان نتملص من جاذبية الارض . ونحن نعلم اننا اذا أخذنا كرة ورميناها الى كبد الفضاء ذهبت في الجوّ مسافة تتفق مع قوة راميها ثم تعود الى الارض . فهي تتحدى فعل الجاذبية في اثناء انطلاقها الى فوق بقوة دافعها ثم ترضخ لهُ . فاذا كان لدينا آلة قوية تستطيع ان تدفع كرة بقوة عظيمة فليس لدينا من الوجهة النظرية ما يمنع وصول هذه الكرة الى القمر . فاذا طبقنا أحد نواميس نيوتن عرفنا اننا اذا استطعنا ان ندفع كرة — أو أي جسم آخر — بسرعة سبعة أميال في الثانية تمكنا من التغلب على فعل الجاذبية . سبعة أميال في الثانية ! وأسرع رصاصة لا تزيد سرعتها لدى انطلاقها على ثلاثة آلاف قدم في الثانية — او أقل من نصف ميل

وضع جول ڤرن الروائي الفرنسي المشهور كتاباً (في أواخر القرن الماضي) موضوعهُ « من الارض الى القمر » جعل فيهِ مطية الراحلين قنبلة مدفع تنطلق من مدفع ضخم مدفون في الارض فوهتهُ متجهة الى الفضاء . وفي الرواية مسحة من الحقيقة العلمية . ولكن لما أقبل العلماء على درس هذا الموضوع عرفوا أنهُ رغم ما يبدو في رواية ڤرن من امكان التحقيق العلمي لا يستطيع البارود كائنةً قوة فعلهما كانت ، ان يطلق هذه القنبلة بسرعة كافية للانفلات من فعل جاذبية الارض . بل هم يشكّـون كل الشك في انطلاق قنبلة كهذه من المدفع ، والواقع ان المدافع المعروفة وأنواع البارود المتداولة لا تكفي قط لاطلاق كرة — دع عنك قنبلة نصفها بيت لايواءِ المسافرين — تخرج من جوّ الأرض وتصل الى القمر

فعلينا ان نلتفت الى وسائل اخرى غير قنابل المدافع لتحقيق هـذا الغرض اذا كان تحقيقهُ مستطاعاً . فماذا يقال في الطيارات ؟ ليست الطيارات ضالتنا المنشودة . لان الفضاء بين الكواكب والنجوم خال من الهواء . والهواء ضروري للطيارات ضرورة المـاء للسفن البخارية . فاذا دار محرك الطيارة أو محرك السفينة في فضاء خال من الهواء في الاول ومن المـاء في الثاني ، لم تتقدم الطيارة ولا السفينة خطوة واحدة في سيرها . فنحن اذاً نحتاج الى وسيلة نقل تستطيع ان تسير نفسها في فضاء خال من الهواء — اي في فراغ . وذلك ليس بميسور الاَّ للصاروخ الذي ينطلق في الفضاء بانفجار غازات في مؤخره وانطلاقها منهُ فتدفعهُ الى الامام في انطلاقها الى الهواء

اطلق بندقية فتشعر بمؤخرها يصدم كتفك لدى انطلاقها . وكذلك في الصاروخ ينطلق الغاز لدى انفجاره من مؤخر الصاروخ فيندفع هو الى الامام . فالمهندس يدعو الصاروخ « آلة ردّ فعل » والطبيعي يسلم بأنها الآلة الوحدة التي تصلح لاجتياز الشقة التي تفصل سياراً عن الآخر

وقد يظن لأول وهلة ان مبدأ استعمال الصاروخ لملاحة الفضاء اكتشاف علمي جديد . ولكن جول ڤرن نفسه قال ان ما أُوحي اليه بما ذكر في كتابهِ ، رواية وضعها سيرانو ده برجراك ، المشهور في الادب الفرنسي وصف فيها سفينة تسير بفعل الصواريخ من كندا الجديدة الى القمر . ومن الطبيعي ان يكون نيوتن ، صاحب ذلك العقل الجبار ، قد أشار الى امكان استعمال الصاروخ في ملاحة الفضاء ، لانهُ مرتبط بناموس الفعل ورد الفعل الذي استنبطهُ وفي عصرنا هذا نجد كثيرين من كتّاب الروايات قد خاضوا رحاب الفضاء من سيّار الى سيّار بواسطة الصواريخ . وقد نشأت حديثاً طائفة كبيرة من المهندسين وعلماءِ الطبيعة فوجهوا عنايتهم الى «الاسترونتكس» فوضعوا في ذلك كتباً ورسائل تتناول السفينة السهمية (الصاروخية) من كل وجه من وجوه بنائها وسفرها من ساعة مغادرتها للارض الى حين عودتها اليها

ولعلَّ الجانب الاكبر من الفضل في توجيه عناية الباحثين في الوجهة الصحيحية يرجع الى الطبيعي الاميركي جودَرد ، الاستاذ في جامعة كلارك ، فقد كان همّهُ الاول ان يستنبط آلات

دقيقة تكتب من تلقاء نفسها فيستعملها لقياس الحرارة في طبقات الجو العليا، والرطوبة وسرعة الريح، والمنبعثات الكهربائية واشراق الشمس. وكان يرمي الى وضع هذه الآلات في سفينة سهمية شبيهة بقنبلة مدفع ويبعثها في الفضاء حتى اذا وصلت الى اعالٍ لا يحلم الطيارون بالوصول اليها للطف الهواء انفجرت السفينة فتدوّن هذه الآلات، كل منها ما يتعلق بها، وتكون مجهزة بنوع من واقيات الطيارين (المظلات او الباراشوت) فتعود الى الارض سليمة ويقرأ الاستاذ واعوانهُ ما دوّن فيها من حقائق ومقاييس

وقد تمكن الاستاذ غودرد من استعمال بارود تجاري خالٍ من الدخان فبلغت سرعة السفينة لدى انطلاقها ثمانية آلاف قدم في الثانية. على ان مباحثهُ الحديثة افضت بهِ الى الحصول على سرعة ١٢ الف قدم في الثانية. ولا يخفى ان سرعة الرصاصة لدى انطلاقها لا تربي على ٣٠٠٠ آلاف قدم في الثانية. فاذا وازنتم بين سرعة الرصاصة وسرعة سفينة غودرد تبيّن لكم ان سفينتهُ اسرع المقذوفات التي استنبطها الانسان حتى الآن

ومع ذلك فان سرعة ١٢ الف قدم في الثانية لا تكفي للملاحة في رحاب الفضاء. فعلينا ان نبحث عن قوة دافعة اقوى جدًّا من البارود الذي استعملهُ. وفي هذه الناحية كان غودرد سبّاقاً. فهو الرجل الوحيد الذي تمكن حتى الآن من اطلاق الصواريخ بقوة الغازات. فهو يعتقد ان غازاً متفجراً مركباً من ايدروجين واوكسجين يحوي القوة اللازمة. ويجدر بنا ان نذكر هنا ان سرعة هذا الصاروخ في اثناء انطلاقهِ تزيد كلما مضى في سيرهِ لان وزنهُ يقل بتفجر المادة الدافعة لهُ. فاذا نجحنا في تطبيق هذه المبادىء، فايمان غودرد راسخ بان الوصول الى القمر او الى المريخ امر ميسور

ويجب الاَّ يفهم مما تقدَّم ان علماء «الملاحة بين النجوم» او «ملاحة الفضاء» يقصدون ان يبنوا سفينة سهمية كأحدث السفن التي تمخر البحار قبل ان يجربوا كل التجارب اللازمة لذلك. فجرياً على مثال غودرد، هم يشيرون ببناء سفن سهمية صغيرة لا تصلح للناس ثم ترسل الى ابعادٍ لم تصلها الطيّارات والبلونات الخاصة بالبحث. ثم يتلو ذلك محاولة اصابة القمر بواحدة منها. ومنهم من يرى بناء سفينة تكون وسطاً بين طيارة وصاروخ فتستعمل اولاً في رحلات طويلة على سطح الارض. فتطير من برلين الى نيويورك مثلاً في ثلاث مراحل ولا تستغرق اكثر من ساعتين او ثلاث ساعات. وغيرهم يرى انهُ من المتعذر الجمع بين مبدإ الصاروخ ومبدإ الطيارة. فهؤلاء يشيرون بالتجربة الوافية اولاً ثم صنع سفينة سهمية مثقلة ترتفع الى علوّ ٣٥٠ ميلاً فوق سطح الارض ثم تدور حول الارض على هذا البعد منها بسرعة ٢٤ الف ميل في الساعة اي تدور حول الارض في يوم واحد

ولكي يكون مقدار المادة الدافعة في حيز الامكان العملي، وتسهيلاً لعودة السفينة الى الارض بعد طيرانها في رحاب الفضاء، اقترح الاستاذ هرمن اوبرث، الطبيعي الالماني جعل القمر محطًّا

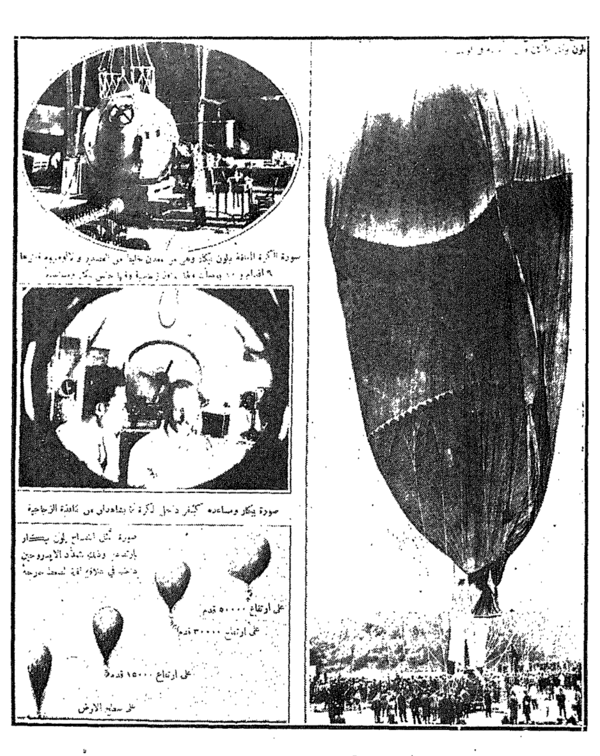
للسفن السهمية ، يتناولون منهُ المادة الدافعة التي تنفد منهم ، كما تملأ سياراتنا من محطات شل او ڤاكوم او كما تملأ السفن البخارية مخازنها فحماً في بور سعيد وعدن. وبعد ذلك تستأنف السفينة سياحتها الى المريخ بسرعة ميلين فقط — لا سبعة اميال — لان جاذبية القمر اضعف من جاذبية الارض . ولكن لما كان احد وجهي القمر متجهاً دائماً الى الشمس والآخر مشيحاً دائماً عنها ، فالاول حامٍ لا يطاق والآخر بارد لا يطاق . والبقاء على احد هذين الوجهين ولو هنيهة ، عمل اذا حقق ، كان من الغرائب. على ان ملاّحي الفضاء لا تفوتهم شاردة ولا واردة . لذلك ينوون ان يصنعوا بذلات ترتدى لدى الوصول الى القمر وتنفخ بهواءٍ مضغوط فتقيهم برد احد سطحي القمر وحرّ الآخر في اثناء لبثهم هناك . وفي هذا المحط تبنى المخازن لخزن المؤونة والذخيرة والمادة المتفجرة الدافعة . ومن اغرب ما يشيرون اليهِ قولهم بامكان بنــاء اقمار صناعية تدور حول الارض والزهرة على ابعاد متفاوتة . وعندهم ان هذا يمكن تحقيقهُ في مدة لا تزيد على عشرين ســنة . فتبنى على هذه الاقمار الصناعية مراصد كبيرة لدرس السيارات وبعض النجوم عن كثب . فاذا صحَّ رأي اوبرث فمن الممكن اتخاذ بعض النجيمات المنثورة بين المريخ والمشتري محطات اخرى لسياحتنا الكونية ! !

فمتى تغلّب العلماء على المصاعب التي اشرنا اليها — وهم مقتنعون بامكان التغلب عليها — صار في الامكان الرحلة الى القمر في الوقت الذي يستغرقهُ السفر من القاهرة الى حيفا . والمهندسون المتوفرون على هذا البحث يقولون بامكان بناءِ سفينة سهمية يتباين وزنها من ٣٠٠ طن الى الف طن يكون الجانب الخاص منها بالمادة الدافعة في اجزاءٍ اذا فرغ احدها انفصل عن جسم الطيارة من تلقاء نفسهِ ليخفَّ بانفصالهِ وزنها وتزيد سرعتها

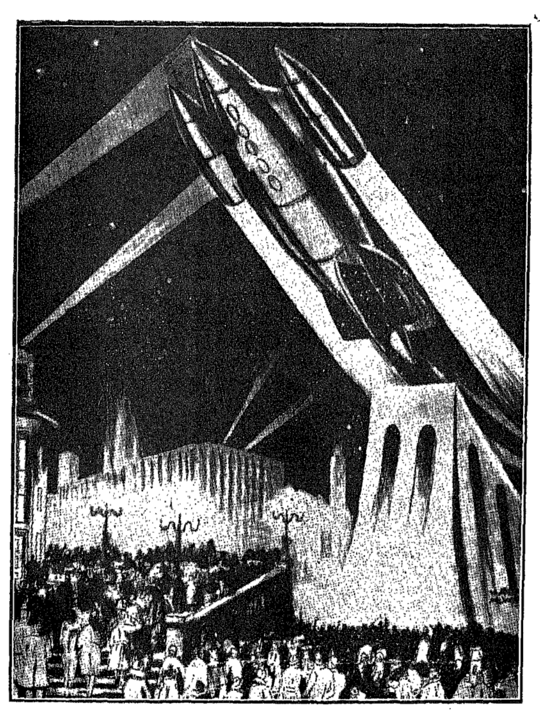
والاستقرار اول الصفات التي يجب ان تتصف بها هذه السفينة . فمقدمها يجب ان يبقى متجهاً الى الجهة التي يوجّهُ اليها لئلاَّ تسقط . ولتحقيق هــذا الغرض تقام فيها دوّامات — جيروسكوب — وهي عجلات صغيرة تدور بسرعة فائقة فتقاوم بسرعة دورانها كل قوة تحاول ان تحيد بها عن متجه دورانها . فالثقوب التي تنطلق منها الغازات لدفع السفينة الى الامام يجب الاَّ تنحصر كلها في مؤخرة السفينة بل يكون معظمها هناك وبعضها يوزع بين الجانبين ليستعمل عند الحاجة لحفظ مستوى السفينة واتجاهها من الاختلال

***

اما وقد بنيت السفينة وجهزت بكل ما يلزم لها من وسائل الملاحة والراحة ، فلا تظننَّ ان في الامكان امتطاءها وتسديدها الى المريخ مثلاً والسير بها الى هذا الهدف على اهون سبيل . فالسيارات سائرة في افلاكها بسرعة عظيمة . والمريخ في اقرب قربه الينا يصير على نحو ٣٠ مليون ميل منا . فاذا سرنا بسرعة متوسطها عشرة اميال في الثانية استغرقت رحلتنا الى المريخ اكثر من شهر . وفي اثناء هذا الشهر يكون المريخ قد قطع جانباً من فلكهِ . فسفر السفينة وتسديدها ووصولها اليهِ يجب ان



حقائق مصوّرة تمثل نواحي من تحليق الاستاذ بيكار Pieard الى الطبقة الطخرورية



صورة مبنية على الخيال والعلم لسفينة سهمية

امام صفحة ٢٤٠

يكون خاضعاً لحسابات الفلكيين الرياضيين الدقيقة . فنجري حينئذٍ على المبدإ الذي يجري عليهِ الصياد وهو يحاول ان يصيب عصفوراً طائراً . فانهُ يسدّد رصاصتهُ الى نقطة امام العصفور حتى اذا وصلت اليهِ كان العصفور قد وصل اليها ايضاً فتصيبهُ في المقتل. ولكن الاجسام المتحركة في الفضاء لا تتحرك الاَّ في خطوط منحنية . وسفينتنا يجب ان تسير في خط منحنٍ يرسمهُ لها العلماء يوصلها اخيراً كائناً تعقيدهُ ما كان ، الى هدفها . وقد اثبت علماء « الاسترونتكس » ان هذا الخط المنحني يجب ان يكون اهليلجيًّا — اي بيضويًّا — فتسير السفينة اولاً حتى تخرج من منطقة جذب الارض مسافة معينة ثم توقف صواريخها فتصبح وكأنها سيار صغير يدور حول الشمس حتى اذا وصلت الى نقطة تستطيع ان تسير منها الى المريخ في اخصر طريق اطلقت صواريخها من جديد ومضت في طريقها . وقد حسب المهندسان هوهمان وڤاليه الالمانيان (وقد توفي ثانيهما في أواخر سنة ١٩٣٠) جميع المنحنيات التي تستطيع ان تتبعها سفينة من هذا القبيل ووضعوا جدولاً لها وبينوا اخصرها الى المريخ

على ان الانسان قد تعوَّد المعيشة في بيئة خاصة . فاذا شاءَ ان يبقى حيًّا في الفضاء الكائن بين الكواكب او في اغوار البحار وجب عليهِ ان يحيط نفسهُ بأحوال البيئة التي اعتاد المعيشة فيها . فهو ينزل الى البحر في غواصة فيها ضغط الهواء وتركيبه مماثل لضغطهِ وتركيبهِ على سطح الارض. وهذا ميسور تطبيقهُ في السفينة السهمية . ولكن الهواء والضغط وحدها لا يكفيان . فلا بدَّ من تدفئة غرف المسافرين او تبريدها لانهُ في اثناء السفر من الارض الى المريخ يكون جانب السفينة الموجَّه الى الشمس حامياً الى درجة لا يحتملها جسم الانسان وتكون الجهة الاخرى باردة. وقد اقترح اوبرث ان يبطَّن الجانب المتجه الى الشمس بورق اسود او حرير اسود فيمتصّ الحرارة المنصبة على جسم السفينة ثم تُشَعُّ هذه الحرارة المتجمعة في الجانب البارد . فاذا لم تكف لتدفئة السفينة فهم يشيرون بجمع اشعة الشمس بمرايا مقعرة

***

على ان الصدمة التي يصاب بها جسم الراكب في اول الرحلة — وهي صدمة ناشئة عن سرعة الطيارة البدائية واسراعها — من اكبر العقبات التي يحاول الباحثون تخطيها . فالسفينة تنتقل من حالة مستقرة الى سرعة سبعة اميال في الثانية في نحو ثماني دقائق . فاذا فرضنا ان اسراعها كان ٢٥ متراً في الثانية الاولى وخمسين في الثانية و٧٥ في الثالثة وهكذا ظهر اثر هذا الاسراع في زيادة ضغط الجسم على ظهر المقعد الذي يستند اليهِ . فاذا زاد هذا الاسراع الى درجة كبيرة شعر المسافر كأنَّ جباراً من جبابرة الحيوانات المنقرضة يضغط عليهِ حتى يكاد يسطّحهُ . فاذا كان في جيب المسافر انصاف ريالات دفنتها شدة الضغط في الجلد . واذا حاول ان يتنفس شعر بكابوس يكاد يخنقهُ . واذا حاول ان يرفع ذراعهُ بلغ جهده في محاولة رفعها حتى يتصبب عرقاً

حتى اشدّ علماء « الملاحة الكونية » تفاؤلاً وحميــة يسلمون بأن هذا الاسراع العظيم يعرض الجسم لاخطار فسيولوجية عظيمة . فاوبرث يظن ان الاعضاء الداخلية قد تصاب بما يحول دون قيامها ببعض وظائفها وان الافعال العصبية نفسها قد تتعطل . يقابل ذلك ان مدى مرونة الجسم لم يُعرف بعد . فنحن لا ندري القوى العظيمة التي يستطيع ان يتحملها . فالطيارون الذين يحلقون في الجوّ وينقلبون بطياراتهم كل منقلب يتعرضون لقوى تستطيع لشدتها ان تنتزع اذرعهم وسيقانهم من مفاصلها ولكنها لا تفعل . وعليهِ يرى طائفة من علماء « الملاحة الكونية » المتريثين ان يجربوا التجارب بالقردة اولاً توطئة لتجربتها بالناس وغرضهم ان يقيسوا مدى القوى التي يمكن تعرض الجسم لها من غير ان يصاب بأذى

***

فاذا خرجت السفينة من نطاق جاذبية الارض وجب على المسافر ان يلائم بينهُ وبين بيئة جديدة . فقبل هنيهة كان يتألم من ضغط شديد واجهاد للاعضاء يولدهُ الضغط . اما الآن فبخيفةُ ما يحسّ بهِ عند زوال كل ضغط على الاطلاق . فليس له وزن قط لانهُ ابعد من ان تجذبهُ الارض اليها . مع ان جذبها من وجهة نظرية ممتدّ الى ابعد الآفاق . والواقع ان السفينة في هــذه المنطقة الجديدة اصبحت عضواً من النظام الشمسي . فكأنها سيار جديد يدور حول الشمس مع سائر السيارات . هنا يقبل ملاّحو السفينة على الركاب فيحلون الاربطة التي ربطوا بها . فاذا قفز المسافر قليلاً وجد نفسهُ واقفاً في الهواء معلقاً فيهِ . واذا اخلى سبيل الفنجان الذي بيده لم يقع الفنجان الى الارض . واذا اشعل سيجارتهُ بعود ثقاب ورماه لم يقع العود بل ظلّ سائراً في خط أفقي حتى يصيب جداراً . فالكراسي والموائد مثبتة في الأرض بمسامير لئلا تطير وتتعلق في الهواء . وليس ثمة حاجة الى الاسرّة فأنت تتعلق من تحت كتفك وعند قدميك بسيور من جلد فكأنك نائم على فراش وثير . والوسادة لا حاجة بك اليها لان رأسك لا وزن له . وقد اقترح فاليه الالماني ان يجعل ارض السفينة من حديد ممغنط ونعال الأحذية من حديد يجذبه المغنطيس لكي يستطيع المسافرون في هذه المنطقة من المشي مشياً طبيعيًّا

فاذا تركت السفينة في مسيرها هذا دارت حول الشمس في هذا الفلك الى الأبد لأنها تكون بمثابة سيّار من السيارات على صغر حجمها . ولكن الربّان مشغول بحساباتهِ الرياضية والفلكية المبنية على الجداول التي تبين له مواقع المريخ . فاذا دلّتهُ حساباتهُ ان المريخ يصل الى نقطة معينة في وقت معين وانهُ — أي القبطان — يستطيع الوصول بسفينتهِ الى هذه النقطة من الطريق الأخضر ، بدأ يطلق الطاقة المذخورة في صواريخ سفينتهِ متجهاً بها الى الموقع المعيـن . فاذا اقتربت من المريخ دارت حولهُ كأنها قمر من الاقمار التي تدور حول بعض السيارات وتظلّ دائرة حولهُ بضعة أسابيع قبل النزول عليهِ

الاَّ ان النزول على قمر لا جوَّ لهُ أمرٌ والنزول على سيَّار كالمريخ لهُ جو كجوّ الارض تقريباً أمر آخر . فالنيازك كما تعلم أجسام سموية تسير في الفضاء فاذا دخلت جوّ الارض اشتدت حرارتها من احتكاكها بهِ حتى ترتفع الى درجة الاضاءة . والسفينة السهمية هي في الواقع نيزك صناعي . فاذا دخلت جوّ المريخ بسرعتها العظيمة بلغت حرارتها درجة كافية لصهر معدنها وتحويله الى لابة . وحتى الآن لم يصل الباحثون الى حلّ وافٍ لهذه المسألة . لذلك اقترح ڤاليه ان ننزل على أحد قمري المريخ لدرس احوالهِ عن كثب حتى يتمكن المهندسون من وجود طريقة للمرور في جوّهِ من غير الانصهار بحرارة المرور في جوهِ

اذن كيف يستطيع ركاب هذه السفينة من الرجوع الى الارض ؟ العقبة كبيرة وكبار الباحثين يسلمون بصعوبة تخطيها . فقد اقترح بعضهم استعمال فرامل وقال آخرون باستعمال مظلات كبيرة (باراشوت) ولكن الفرامل مهما تبلغ قوتها لا تكبح جماح قذيفة منطلقة بسرعة سبعة أميال في الثانية . والمظلة عـلاوة على العقبات التي تحول دون بنائها تظلّ كريشة في مهاب الرياح . والبعض الآخر يقول باستعمال طيارات من قبيل السابحات في الهواءِ تطوى وتوضع في السفينة السهمية فاذا دخلت جوّ الارض أخذ كل مسافر طيارة وتقلّـد أنبوباً يجهزهُ بالاكسجين ودخل طيارتهُ وخرج من السفينة وأسلم نفسهُ للقدر

الاشعة السينية

في ميدان الصناعة

نار مشبوبة في معمل من معامل تكرير النفط تلتهم الاخضر واليابس وتفتكُ بالخشب والحديد على السواءِ ! ففي هذا المعمل يستخدم ضغط عظيم لتحويل النفط الخام الى غازولين — وتحت تأثير هذا الضغط انفصمت قطعة في الآلة ، واذا انفجار مروّع ، وبركان من اللهب ، ومئات الالوف من الجنيهات تذهب في الفضاء ناراً ودخاناً

وقد بلغ من كمال التدمير الذي تمّ في المعمل ان صهرت كل القطع المعدنية فلم يبق منها ما يستَدلُّ منهُ على سبب الكارثة . ولكن الشركة تملك معامل اخرى كهذا المعمل ، وكارثة مماثلة في معمل ثان نكبة لا تقوى الشركة على تحملها فكيف تستطيع ان تجتنبها ؟ مضى المهندسون يبحثون ويمتحنون فلم يجدوا شيئاً غير طبيعيّ فيما تناولوهُ من اجزاء الآلات . واخيراً ظنّوا الظنون بعمود من الصلب . فقد كان يبدو متيناً ، فامتحنوهُ بكل وسائل الامتحان الطبيعية فلم يروا فيهِ ما يؤيد ظنونهم . على انهُ كان يشغل في قلب المعمل ، حيث بدأ الانفجار ، مقاماً ممتازاً . فقالوا اذا كان ثمة ضعف خفي فيهِ ، فهو كافٍ لاحداث نكبة كالنكبة التي دمرت المعمل الاول . فقرروا ان يمتحنوا داخلهُ

كانت الطريقة الوحدة لامتحان داخل قضيب من الصلب ، ان تقطعهُ قطعاً وتنظر الى داخله ، ولكن ما الفائدة من عملك هذا ؟ لانك بعد ما تتأكد من متانة بنائهِ الداخلي او ضعفهِ تكون قد دمرت القضيب فلا تستطيع ان تستعمله ثانية . فهذه الطريقة في الامتحان انما هي كاشعال عود ثقابٍ لتعلم هل هو يشتعل او لا اذ ماذا تفيد منهُ بعد الامتحان ؟

ومهندسو هذه المعامل لم يرقهم تقطيع هذا العمود لانهُ ثمين ولانّ صنع آخر يحلُّ محله يقتضي وقتاً —والوقت ذهبٌ— فبعثوا بهِ الى معهد حكومي كان قد مضى عليهِ زمن قصير وهو يستعمل اشعة اكس (الاشعة السينية) في امتحان اجزاءِ الصلب في عربات المدافع . فعهد المدير الى احد خبرائهِ في امتحان هذا العمود وبعد بضعة ايام اخرج لهُ صوراً بالاشعة (راديوغراف) . فلما اطلع عليها المهندسون سرى في نفوسهم الهلع ، اذ رأوا فيها ، خطّـا اسود مارّاً في قلب العمود — ورآهم الخبير مذعورين فقال لهم : هذا الخطّ يدلّ على وجود شرخ داخلي

شرخ في عمود يجب ان يحتمل ضغطاً يقدّر بالاطنان ! كان هذا العمود مثار ظنونهم ، ولكنهم لم يصدقوا الصور حتى رأوا بعيونهم ، اذ قطعوا العمود قطعتين وهناك وجدوا الشرخ كما دلّت

عليهِ الصورة . بعد ذلك لم يسمح مهندسو هذه الشركة بوضع قطعة من الصلب في مكان معرّض للضغط الشديد الاّ بعد امتحانها باشعة اكس

قد يعجب بعض القراء اذ يرون هذه الاشعة النافذة التي يستعملها الجرّاح في استطلاع كسرٍ في العظم ، وطبيب الاسنان في الكشف عن علة خفية في سن او ضرس ، قد لفّت شمارها ونزلت الى ميدان الصناعة . على ان الفكرة ليست جديدة في حدّ ذاتها ولكن تطبيقها جديد

***

فقد اشار مكتشف اشعة اكس نفسهُ — رنتجن — الى امكان استخدامها في الصناعة إذ وصف في الرسالة الاولى التي نشرها في هذا الموضوع سنة ١٨٩٠ بعض الاجسام التي كان قدصوّرها وبينها « قطعة من المعدن نستطيع ان نتبين عدم تجانسها باشعة اكس » . وهذا هو العمل الذي يقوم بهِ خبراء الاشعة في الدور الصناعية الآن لامتحان متانة الاجزاءِ المعدنية في الآلات المختلفة . وخير لاصحاب الصناعات ، في عصر يستعمل فيهِ ضغط ، شديد وحرارة عالية ، وسرعة عظيمة ، ان يكشفوا عن مواطن الضعف في آلاتهم ، قبل استعمالها

وقد جلَت لنا الحرب الفائدة الصناعية التي تجنى من اشعة اكس من حيث هي اداة كشافة للاسرار . ففي مدينة غلفستون في الولايات المتحدة الاميركية ، كان التجار يصوّرون بأشعة اكس جميع بالات القطن الصادرة الى المانيا لكي يثبتوا لرجال الحكومة انها لا تحتوي على نحاس أو أية مادة اخرى من البضائع الممنوع تصديرها . ولما خاضت الولايات المتحدة الاميركية غمار الحرب ، شرع رجالها يستعملون اشعة اكس في معامل الذخيرة الحربية لامتحان القنابل والمقذوفات المختلفة ، ليثبتوا ان اجزاءها تامة البناءِ والتركيب . ثم بعد رزمها وتعبئتها في صناديق وتسليمها للشحن ، كانت تمتحن من جديد للكشف عن أي نقص أو سرقة فيها

وفي اثناءِ ذلك ، بل وقبل ذلك ، كان علماء اوربا معنيين بدرس هذا الموضوع درساً علميًّا ومعظم ما يعلم عن استعمال أشعة اكس في شؤون الصناعة انما يعود الى مباحث العلماءِ البريطانيين ، پولن وكاي ونوكس ومساعديهم في قسم المباحث العلمية بوزارة الحربية

ففي احد الايام انقصمت ذراع في طيارة جديدة ورُدّت مع طيارات كثيرة من مصنعٍ واحد . ولدى البحث ثبت ان الانقصام في تلك الذراع حدث في مكان منها حيث حُفِر خطأً ثقب من الثقوب ، ثم مُلِيءَ صلباً وصقل حتى لا تتبينهُ عين الخبير مهما دقّق النظر . فأخذت جميع الاذرع المقابلة لها في الطيارات الاخرى وامتحنت بأشعة اكس فثبت ان طائفة كبيرة منها كان فيها هذا الثقب المردوم فبدلت جميعها منعاً لانقصامها في اثناء الطيران أو النزول الى الارض ودرءاً للنكبات التي تنجم عن ذلك

ولا تستعمل اشعة اكس في امتحان الاجزاءِ المعدنية فقط ، بل في امتحان القطعِ الخشبية كذلك ،

فثمة شقٌّ في دقلٍ من الادقال، صقلهُ الصانع بالسنباذج فلم يبدُ لعين الخبير المدققة، فلما صُوّر الدقل باشعة اكس بدا الشق خطًّا قاتماً في الصورة فلم يستعمل الدقل في الغرض الذي صنع لاجلهِ. ثم ان قطع الخشب قد تحتوي على مواطن ضعف اخرى تنشأ عن عُقدٍ مخفية او جيوب صمغية أو ثقوب تنقرها الحشرات داخل الخشب. كل ذلك تبديهِ اشعة اكس، فانهُ لا يخفى عن بصرها النافذ

وصناعة الطيارات الحديثة تفقد وسيلة من افيد وسائلها اذا جُردت من اشعة اكس لذلك نرى الطيارين يلحّون في امتحان كل جزءٍ من اجزاءِ طياراتهم بها. فآلة الطيارة «برمن» التي طارت من المانيا الى شمال اميركا امتحنت كل اجزائها باشعة اكس، قبلما غامرت في خوض الهواءِ فوق عباب المحيط الاطلنطي من الشرق الى الغرب. ومعظم صنّاع الطيارات لا يقبلون ان يتسلموا أجزاءً تصنعها معامل اخرى الاَّ بعد امتحانها بهذه الاشعة الخفية

وما يقال في صناعة الطيارات ينطبق على صناعة السفن. نضرب على ذلك مثلاً باليخت «انتربرز» الذي بارى «شمروك» يخت السير توماس لبتن، فانهُ في اثناءِ بنائهِ كان القائمون عليهِ يمتحنون كل جزءٍ من اجزائهِ بأشعة اكس قبل تركيبها في جرم اليخت

وفي احد المعامل الاميركية التي تصنع مراجل للآلات البخارية، بنيت آلة نقّالة للتصوير بأشعة اكس تنقل من مكان الى آخر في المعمل لتصوير المراجل التي يتمّ بناؤها، ولا يخرج مرجل منها الاَّ اذا ثبت انهُ سليم

***

ولا تنحصر فائدة اشعة اكس الصناعية في ما تقدم، بل هي تستعمل في معامل الجبن لمعرفة حجم الجيوب في داخل اقراص الجبن ومكانها كأن ذلك من مقتضيات الجبن الفاخر، وفي معامل المطاط وما يصنع منهُ للتثبت من الانتظام الداخلي في كرات «الجولف» وسلامة بناءِ العجلات للسيارات، ونفي الشوائب المعدنية من نفايات المطاط قبل صهره من جديد، وفي مصانع الانابيب المفرغة وأسلاك التلفون وغيرها — في كل ذلك، الكلمة التي تقولها اشعة اكس المقام الأعلى

وكلُّ فنٍ من الفنون يستمد من أشعة اكس عوناً كبيراً. ففي مؤتمر خبراءِ الفن الذي عقد في رومية سنة ١٩٣٠ تحت رعاية جمعية الامم صرّح الدكتور پول جانتز انهُ كشف بواسطة اشعة اكس صورة ثمينة لهولبين تحت صورة سخيفة لا قيمة لها. فاعلام المصورين القدماءِ كانوا يستعملون اصباغاً معدنية، وهي اكثف من الاصباغ النباتية التي تستعمل الآن. فاذا أُخِذت صورة قديمة ورسم فوقها صورة محدثة، أو غُيّرت معالمها اضافةً وتحويلاً، أمكنَ أن يعرَف كلُّ ذلك بتصويرها باشعة اكس

ومن أغرب ما استعملت لهُ هذه الاشعة في سبيل الفن أن جيءَ بآنية برنزية قديمة من العراق

الى اميركا ، فرغب صاحبها في ترميمها ، وكانت لقدمها تعلوها طبقات من الرمل والصلصال الجاف والصدإ . وكان النجاح في ترميمها بطريقة التلبيس الكهربائي مرهوناً بمعرفة ماهو باقٍ تحت هذه الطبقات من معدنها الاصلي . فصوّرت باشعة اكس ، وبهذه الصور اهتدى الخبراء الفنيُّون في القيام بما يُحسب ترميماً موفَّقاً

وقد استعمل رجال البوليس اشعة اكس في البحث عن لصوص الجواهر . ولا يخفى ان بعض العمال في مناجم الماس في جنوب افريقية يبلعون ، احياناً ، الماس بغية سرقته . فاستعملت اشعة اكس للكشف عنهُ في معدهم او امعائهم . وضاع مرَّة خاتم ثمين في حديقة حيوانات في انكلترا ، فظنَّ انَّ الفيل ابتلعهُ فصُوِّرَ الفيل ووُجدَ الخاتم داخلهُ

وقد حار علماء الاحياء من عهدٍ قريب في مرضٍ يصيب صنفاً من السمك في نهر الينوي بالولايات المتحدة الاميركية ، فلما عجزَت طرق التشريح والتشخيص عن معرفة العلة الخفية ، صوّرت الاسماك المصابة بهذه الاشعة فتمكَّن الباحثون من معرفتها على حقيقتها . أما استعمال اشعة اكس في تشخيص بعض الامراض التي تنتاب الانسان فاشهر من ان تحصى وخصوصاً في الشؤون الجراحية

وقد استعملت حديثاً هذه الاشعة في اتقان وسائل اللحام الكهربائي . فقد وُجد مثلاً انهُ اذا كانت قوة القوس الكهربائية من درجةٍ معينة كان اللحام على أتمه . فاذا زادت قوتهُ أو نقصت ظهرت في مكان اللحام ثقوب ومسام داخلية تضعف الفلزَّ . وهذه الثقوب تكشف بصور الاشعة (الراديوغراف) كما اكتشف الشرخ في العمود المذكور في صدر هذا الفصل . وقد مضى المهندسون في تصوير القضبان الملحومة لحاماً كهربائيًّا بواسطة قوى متفاوتة من القوس الكهربائية حتى توصَّلوا الى درجة الحرارة التي يكون اللحام عندها على أتمّهِ



العلم ومصادر الوقود

من الحقائق المقررة عند العلماءِ ان الطاقة الواصلة الينا من الفضاء لا مندوحة عنها للاعمال الحيوية في النباتات والحيوانات . ومعظم هذه الطاقة مصدره الشمس . فاننا اذا بحثنا عن مصادر الطاقة الارضية سواءٌ منها المخزون في الفحم والنفط والمنحدر مع مياه الشلالات والمتحرك مع الرياح أفضى بنا البحث الى أشعة الشمس . فاختلاف درجات الحرارة في غلاف الارض الغازي — جوّها — يحدث الرياح وهي منشأ القوة في الهواء التي يحرك الطواحين الهوائية في البرّ ، ويسير السفن الشراعية في البحر . والطاقة التي كانت تسكبها الشمس على الارض نوراً وحرارة من الوف الوف السنين خزنت في أجسام النباتات طاقة كيماوية كامنة ثم طمرت النباتات في الأرض وتحولت على مرّ العصور فحماً . فاذا أخذنا هذا الفحم وحرقناه في موقد انطلقت منهُ الطاقة المخزونة فيهِ فنحرك بها قاطراتنا وآلات معاملنا . وطاقة البترول هي من قبيل طاقة الفحم ، وان كان العلماء غير متفقين كل الاتفاق على مصدره ونشأتهِ . وهما — اي الفحم والبترول — أعظم مصادر الطاقة التي يستعملها الانسان لتوليد الطاقة الميكانيكية . ولا نعلم مصدراً آخر من مصادر الطاقة يمكن ان يوازيهما من حيث مقدار الطاقة التي تولد منهُ . بل يصحُّ القول بوجهٍ عام ان الجانب الأكبر من الطاقة التي يستعملها الانسان الآن ناشئة عن طاقة الشمس التي خزنت في العصور الخالية في الكائنات التي تولد منها الفحم والبترول وينتج عن ذلك انهُ لا بدّ من حلول يوم تنفد فيهِ مناجم الفحم وآبار البترول فيفت في ساعد الانسان الاّ اذا تمكن العلماء من خزن طاقة الشمس لاستخدامها ساعة يشاؤون

و يؤخذ من مباحث العلماء ان مقدار الفحم في جميع مناجم الارض لا يزيد على الفي بليون طن ئ منها بليون طن ونصف بليون كلّ سنة ولكن هذا المقدار الذي يستهلك سنويًّا آخذ في استما د ازدياداً فاحشاً حتى ليظن ان مناجم الفحم قد لا تكفي حاجات الصناعة اكثر من الف سنة الازد — وهذه المدة قصيرة جدًّا اذا قيست بمستقبل الانسان على سطح الارض اخرى ا اذا أمكن استخراج كل الفحم الذي في كل المناجم الفحمية ، ولكن البحث العلمي اثبت الاستخراج قد يصبح متعذراً لاسباب فنية ومالية قبل انقضاء الالف السنة المذكورة . ان هـ ان تبدو بوادر المجاعة الفحمية حوالي القرن الخامس والعشرين لانهُ كلما عمقت المناجم في بل لا لارض زادت المصاعب في استخراج الفحم منها وزادت نفقات هذا الاستخراج والمخاطر جوف رض لها المعدنون التي ١٩٠١ بلغنا ذلك الحد الذي لم ندر كيف نتجهُ في البحث عن مصادر أخرى للطاقة . وقد رأى فا وذيم رمزي الكيماوي البريطاني هذا الخطر ونبه عليهِ سنة ١٩١٠ فتألفت لجنة من كبار العلماء

للبحث عن مصادر جديدة للطاقة فنظرت نظراً جدياً في مسألة استخراج الطاقة من المد والجزر، ومن باطن الارض، ومن هبوب الرياح و مياه الشلالات، ومن حركة الارض في دورانها على محورها ودورانها حول الشمس . ومن الطاقة الكيمائية في الخشب والفحم الطري . واخيراً نظرت في امكان استعمال الطاقة التي تربط ذرات المادة بعضها ببعض

وقد ثبت من تقرير هذه اللجنة ان الطاقة التي يمكن توليدها من حرارة باطن الارض، ومن حركة دوران الأرض على محورها ودورانها حول الشمس، ومن حركة الرياح، وحرق الخشب والفحم النيء لا تكفي لحل هذه المشكلة، لان مقدارها يسير جداً اذا قيس بمقدار الطاقة العظيمة التي نولدها كل سنة من حرق الفحم والبترول . اما الطاقة التي يمكن الحصول عليها من تحطيم ذرات المادة فعظيمة جداً لو كان هذا التحطيم مستطاعاً الآن . ولكن أعظم علماء العصر مجمعون على ان هذا العمل، اذا تمَّ لا يتم الاَّ في المستقبل البعيد

فلا يبقى لدينا الاَّ طاقة الماءِ المنحدر — وقد دُعيت طاقة الفحم الابيض — وكذلك الطاقة المستنبطة من حركة المدّ والجزر

أما الاولى فقد قدّر انجلر ان الطاقة التي يمكن توليدها من المياه المنحدرة تعادل الطاقة التي يولدها حرق سبعين مليون طن من الفحم . وهذا يوازي اربعة في المائة (٤٠/٠) من الطاقة المستعملة كلَّ سنة في جميع البلدان . نعم ان الطاقة التي يمكن توليدها من كل المياه المنحدرة في جميع انحاءِ العالم تزيد على ذلك ولكن لم يحسب لها حساب لانها لا تفيد فائدة عمليـة لبعدها عن مراكز الصناعة او لتفرّق مصادرها الخ

أما توليد الطاقة من المدّ والجزر فقد عني بها المستنبطون من القرن التاسع عشر الى الآن . والواقع ان الاختلاف بين المد والجزر يجب ان يجهزنا بمقدار عظيم من الطاقة اذا تمكنا من توليدها منها بطريقة سهلة المأخذ معتدلة النفقات . وقد استنبطت في العصر الحديث طرق جديدة لاستخدام هذه الطاقة ولكن يظهر ان فائدتها العملية محصورة في نطاق ضيق في بعض الفرض البحرية في فرنسا وانكلترا والمانيا . ونفقات الاجهزة اللازمة لتوليدها بهذه الطريقة كبيرة يضاف اليها تعذر استعمالها الاَّ في اماكن معينة حيث تواتيها احوال المد والجزر وهذا يقيم العراقيل في سبيل انتشارها

***

وقد وضعت حديثاً طريقة جديدة لاستعمال قوة البحر . وهي في رأي العالم يانجر طريقة لها مستقبل باهر، نريد بذلك طريقة الكيماوي الفرنسي كلود Claude وزميله بوشرو Boucherot المبنية على استعمال الفرق بين حرارة سطح البحر في المناطق الاستوائية وحرارة مياههِ في الاعماق التي

تكاد تكون دائماً (٣٧ — ٣٩) درجة بميزان فارنهيت. ففي سنة ١٩١٣ اشار كمبل الاميركي الى امكان الحصول على قوة ميكانيكية او كهربائية من هذا الفرق الدائم بين حرارة مياه السطح وحرارة مياه الاعماق. وانقضت عشر سنوات فاذا رومانيولي ودورنغ وبوجيا يشيرون اشارة كمبل ذاتها. ولكن لم يتصدَّ لتحقيق هذه الفكرة الا كلود وبوشرو الفرنسيان. فقد اثبتا بالامتحان ان تربيناً يتحرك ببخار يتراوح ضغطهُ بين ٣ ارطال و٣٠٠ رطل على البوصة المربعة يمكن تحريكهُ ببخار مائي متولد من طبقتين من المياه يختلف الفرق بين حرارتيهما من ٧٧ درجة بميزان فارنهيت الى ٤٤ درجة. ومبدأ هذه الطريقة يتلخص في ان جانباً من المياه السطحية الساخنة يتحول بخاراً اذا ضعف الضغط الجوي على سطحه. وهذا البخار يستعمل في ادارة التربين مع ضعف ضغطه. ثم يؤخذ البخار ويبرَّد بماءٍ مستمد من الطبقة الباردة ثم يقذف هذا الماء في البحر. فيولد التبريد الفراغ الجزئي المطلوب في الاناءِ الاول الذي يتحول فيهِ الماء الساخن بخاراً. ويؤخذ من حسابهما ان قوة قدرها (٣٨٣٠٠٠ قدم ـ رطل) يمكن توليدها من متر مكعب من الماءِ اذا كان الفرق بين الماءِ الساخن والماءِ البارد نحو اربعين درجة بميزان فارنهيت. وذلك بعد استهلاك قدر من هذه القوة في رفع الماءِ من الاعماق الى مستوى الحوض الذي تستعمل فيهِ لتكثيف البخار بعد خروجهِ من التربين. فاذا كان حوض الماءِ البارد يتسع لخمسة وثلاثين الف متر مكعب فالآلة تستطيع ان تولد نحو ٤٠٠ كيلو وط من القوة الكهربائية. وهذه القوة تفوق القوة التي تولد في جهاز المدّ والجزر (من الحجم نفسه) ٣٠ ضعفاً الى ٣٥. وقد اثبتا مؤخراً امام طائفة من المهندسين ان فرقاً من الحرارة يبلغ ٣٨ درجة بميزان سنتغراد يمكن استعماله لتحريك دينامو كهربائي يولد ٥٩ كيلو وطاً. ويؤخذ من حسابات بوشرو لنفقات جهاز من هذا القبيل ان اتقان هذه الوسيلة واستعمالها في حيز الامكان العملي

ثم قد عني المهندسون بابتداع وسائل للاقتصاد في تعدين الفحم والبترول لأن جانباً كبيراً من البترول يسيل ويبقى ممتزجاً بالتراب حين حفر آبارهِ ولا بدَّ من كشف طريقة لاسترجاعهِ. على ان الاستاذ بايجر من اساتذة جامعة جروننجن الهولندية يرى ان افعل طريقة للاقتصاد في الطاقة الضائعة سدًى هي حرق الفحم والبترول حيث يستنبطان من الارض — من غير الانفاق على نقلهما — وتوليد طاقة كهربائية عالية الضغط يسهل ارسالها الى ابعاد شاسعة. قد يكشف لنا في المستقبل عن طريقة تحوّل الطاقة الكامنة في الفحم الى قوة كهربائية مباشرة. ولكن المباحث التي دارت حتى الآن في هذا الميدان لم تسفر عن نجاح عملي. فاذا شئنا ان نجعل توليد الطاقة اللازمة لمطالب الصناعة والعمران مستقلة عن مناجم الفحم وآبار البترول الآخذة في النفاد وجب علينا ان نحوّل وجوهنا شطر تيارات الطاقة التي تسكبها الشمس على ارضنا

لقد ذهب لنغلي في قياسهِ لطاقة الشمس المنصبة على الارض الى ان كل متر مربع من سطح

الارض يصله كل ساعة مقدار من طاقة الشمس المشعة يعادل ١٨٠٠ كالوري (حرّة او وحدة الحرارة) فاذا حسبنا ان الشمس تسكب هذه الطاقة على سطح المناطق الاستوائية مدى ثماني ساعات كل يوم امكننا ان نحسب ان كل متر مربع من سطح الارض يصله من اشعة الشمس طاقة تعادل الطاقة الناجمة عن حرق رطلين من الفحم و٨٦ في المائة من الرطل . اي ان كل ميل مربع يصله من اشعة الشمس طاقة تعادل الطاقة في ٧٤٠٠ طن من الفحم . اي ان الصحراء الكبرى التي تبلغ مساحتها ٢٣٠٠٠٠٠ ميل مربع تستقبل من طاقة الشمس كل سنة ما يزيد ١٨٠٠ ضعف على الطاقة الفحمية المستهلكة في كل انحاء الارض

هذه الطاقة الهائلة تذهب الآن هدراً تقريباً . نقول تقريباً لأن النباتات تمتص نحو ثلاثة في المائة منها وتستعملها في أحوالها الحيوية . ومع ان النباتات لا تستعمل الاَّ هذا القدر اليسير من مجموع الطاقة الشمسية الواصلة الى الارض ، فما تستعمله منها يفوق الطاقة الفحمية المستهلكة في كل أنحاء الارض ١٥ ضعفاً . فالسؤال الذي يوجه الى العلماء في هذا الموضوع هو : هل نستطيع ان نحصر هذه الطاقة الضائعة ونستعملها في توليد الطاقة الميكانيكية او الكهربائية وما السبيل الى ذلك ؟

السبيل الاول هو جمع اشعة الشمس الواقعة على سطح متسع وتوجيهها الى إناءٍ يمتص حرارتها ويخزنها . وهذا يتم باستعمال عدسات او مرايا تقام على سواعد خفيفة الوزن حتى يسهل نقلها وتوجيهها من غير عناء كبير . والاشعة التي تجمع كذلك توجّه الى خازن معدني مطلي من خارجه بالسواد لكي يسهل عليهِ امتصاص الحرارة ويحتوي في داخله على سائل طيّار Volatile يتولد على سطحهِ ضغط بخاري اذا عرض لحرارة من درجة متوسطة . ومن هذه المركبات الامونيا واكسيد الكبريت الثاني . وقد أُستعمل جهاز من هـذا القبيل في باسادينا بكاليفورنيا فتولد ضغط بخاري يختلف بين ١٥٠ و ٢٢٥ رطلاً على البوصة المكعبة بعد جمع المرايا لنور الشمس وتوجيههِ الى الخازن ساعة واحدة . وقد استعمل هذا الجهاز لتحريك مولد كهربائي

قد يتسع المجال لاستعمال هذه الطريقة في البلدان الاستوائية ولكن لا بدَّ ان يبقى استعمالها محدوداً . أما في البلدان غير الاستوائية حيث لا يمكن الاعتماد على ظهور الشمس من وراء السحب والغيوم فلا يستطاع الاعتماد عليها . واكبر اعتراض يوجه اليها هو تعذر استعمالها لجمع الأشعة الواقعة على سطح كبير اذ هنالك حد لاقطار المرايا والعدسات التي تصنع الآن . وعند الاستاذ بايجر ان في طريقة كلود وبوشرو ميداناً أوسع للتقدم في حل هذه المسألة

اما الطريقة الثانية لخزن أشعة الشمس واستعمالها فهي الطريقة التي تجري عليها الطبيعة في معاملها الكيمائية — نعني الخلايا النباتية فان هذه الخلايا تتناول اكسيد الكربون الثاني من الهواء والعناصر الاخرى من الماء والتراب وتبني مادتها الخشبية وغير الخشبية — التي تتحول فحماً يحرق فيولد حرقهُ طاقة وذلك بعد ما تمضي عليهِ حِقَبٌ مطموراً تحت الأرض ، وكما تصنع سكراً ونشاءً وغيرها . وقد ظلَّ سرُّ هـذا الفعل الكيمائي الضوئي مغلقاً على افهام الباحثين حتى أبان بايلي ان

اكسيد الكربون الثاني المبلّل moist يتحول بفعل الاشعة التي فوق البنفسجي الى مواد شبيهة بالسكر . ولكن يجب ان يحضر هذا التفاعل مواد كوبلتية او نكلية — لتفعل فعل الوسيط الكيمائي (الكتالسِس) — فثبت بذلك اننا نستطيع ان نصنع مواد كانت حتى الآن من محتكرات الطبيعة ، ولكن أحداً لم يحاول ان يتوسع في هذا العمل ليباري الطبيعة فيهِ

على ان الدكتور برون قد حسب انقدراً من الطاقة الشمسية يساوي «خمس وحدات حرارية» يحوّل لتراً من اكسيد الكربون الثاني الى سكر ، فاذا قلنا ان ٤ في المائة من نور الشمس يفعل فعلاً ضوئيًّا كيمائيًّا مدة ثماني ساعات كل يوم امكن أن نصنع كل يوم ٣٧٤ رطلاً من السكر في اناءٍ سطحهُ مائة قدم مربعة . وهذا المقدار من السكر ، عدا قيمتهُ الغذائية يستطاع تحويلهُ الى وقود تعدل طاقتهُ قوة ١٥٤ رطلاً من الفحم . ولكن الريبة تخامر العلماءَ في امكان تحقيق هذه الطريقة في ادارة المعامل والآلات

***

بقيت طريقة واحدة قد تفضي الى الحل المطلوب — استعمال ضوءِ الشمس في توليد طاقة ميكانيكية وكهربائية . وهذه الطريقة تقوم على استعمال التفاعلات الكيمائية النورية التي تسير في وجهتين reversible فيها تتحول الطاقة المشعة (النور والحرارة) الى طاقة كهربائية . وعليها قد تبنى آلات تعرّض للشمس في النهار فيحدث النور فيها تفاعلاً معيَّناً . فاذا غابت الشمس عنها حدث تفاعل مقابل للتفاعل الاول فترجع المواد الى حالتها الأولى وتنطلق الطاقة التي خزنت فيها في اثناء التفاعل الاول فتجمع وتستعمل . وقد عرفت هذه التفاعلات الكيمائية الضوئية من زمن غير قريب ، فانك اذا عرضت محلولاً من الكلوريد المركوريك والكلوريد الحديديك في اناء للنور ، تركب في المحلول الكلوريد المركوروس والكلوريد الحديدوس اي اصبح في هذا المحلول اربعة مركبات هي الكلوريد المركوريك والكلوريد المركوروس والكلوريد الحديديك والكلوريد الحديدوس . فاذا اخذ هذا المحلول ووضع في مكان مظلم مال الى الرجوع الى اصله وفي اثناء التفاعل تنطلق الطاقة التي خزنت او امتصت في التفاعل الاول . وقد امكن الحصول على ضغط كهربائي يعدل ١٧ في المائة من الفولط في اثناءِ تفاعل من هذا القبيل . فاذا جمعت سلسلة من خلايا كهربائية من هذا النوع تولدت منها طاقة كهربائية لا بأس بها . وهناك أمثلة اخرى على هذا الفعل الغريب تدل جميعها على اننا نستطيع ان نولد تياراً كهربائيًّا من القوة التي تشعها الشمس بوساطة التفاعل الكيماوي الضوئي ذي الوجهتين

واكبر ما يعترض بهِ على هذه الطريقة ضعف الضغط الكهربائي الذي يتولد وهو ناشئ عن بطءِ التفاعل . على ان الكيمياء الضوئية لا تزال في مهدها . وقد يكون هذا العلم الناشئ مناط الخلاص للانسانية اذ تهددها قلة الوقود بانقراض العمران

صفحات لاسلكية

اصوات من فوق الغيوم

يعلم الذين شهدوا حفلات السلاح الجوي البريطاني في هليوبوليس في السنوات الاخيرة ان قائد سرب من الطيارات كان يتلقى الاوامر لاسلكيًّا من رؤسائهِ على الارض ثم يذيعها الى سائقي الطيارات التي في سربهِ لاسلكيًّا كذلك . على ان المحادثات اللاسلكية بين الطيارات المحلقة في الجوّ أو بينها وبين المحطات الارضية لا تطلب في الحروب أو المناورات الحربية فقط . بل تطلب في المواصلات الجوية للمبالغة في الحرص على حياة المسافرين اذ تجهّز السائقين بما يمكنهم من اجتناب الحوادث التي تفضي الى نكبات مروّعة . وقد انشأ المهندس اللاسلكي الاميركي يونغ نظاماً من المخاطبات اللاسلكية بلغ حدَّ الكمال تقريباً في الدقة والابداع حتى لقد اصبحت الطيارات تستطيع ان تتخاطب مع المحطات الارضية في المطارات المختلفة اذا كانت محلقة الى علو ١٢٠٠٠ قدم فوق سطح البحر وتبعد عن المحطة مائتي ميل . وقد اقيمت ١٢ محطة لاسلكية لهذا الغرض في خط الطيران الذي يجتاز الولايات المتحدة الاميركية من شرقها الى غربها وسبع محطات اخرى على الشاطىء الباسفيكي في الخطوط التي تطير فوقها الطيارات شمالاً وجنوباً

وقد نجم عن انشاءِ هذه المحطات فوائد جليلة غنمها رجال الطيران سواءٌ أكانت طياراتهم خاصة بنقل البريد أم بنقل البضائع أم بنقل المسافرين . فالطيارة المجهزة بآلة لاسلكية تتمكن من مخاطبة المحطات اللاسلكية المنتشرة في طريقها فتستطيع بذلك ان تجتنب كثيراً من الحوادث المروّعة . لان السائق يستطيع ان يعلم مثلاً حالة الجوّ على خمسين ميلاً امامهُ او أكثر وبدلاً من ان يخوض عاصفة ثارت فجأة يحاول ان يجتنبها وبذلك يقلُّ تعرضهُ للنزول الى الارض رغماً عنهُ في مكان قد يكون نزول الطيارة فيهِ على جانب عظيم من الخطر . ثم ان سائقي الطيارات المجهزة باللاسلكي يستطيعون ان يتمّوا رحلاتهم الجوية بحسب المواعيد المعينة لها . ويتاح لاصحاب الطيارات التي تنقل البضائع واكياس البريد زيادة مقدار احمال الطيارات لأن الطيارة المجهزة بآلة لاسلكية لا تكون مضطرة الى حمل مقدار من البنزين اكثر من حاجتها ، اذ المرجح انها لا تضطر الى استعمال هذا المقدار الزائد كما كانت تضطر اليهِ قبل استعمال اللاسلكي في الطيارات

وتثقل الآلة اللاسلكية التي من هذا القبيل نحو مائة رطل وهي متقنة الصنع لا تحتاج الى عناية خاصة من جانب السائق الذي يكون معنيًّا باحوال الجوّ وسرعة الطيارة وعلوها واستماع الرسائل اللاسلكية الواصلة اليهِ

وقد كانت العقبة الاولى التي تعيّن تخطيها على المهندسين الذين ابتدعوا هذا النظام تلك المرتبطة بطول الموجة التي تذاع بها المحادثات وتلتقط . فوضعوا في محطة أرضية جهازاً مرسلاً يذيع بامواج طولها سبعون متراً . ثم جُهِّزت سيارة بآلة لاقطة لها اسلاك هوائية وسيّرت مسافة تتباين من ١٥٠ ميلاً الى ٢٠٠ ميل وكانت تقف كلما اجتازت خمسة اميال لامتحان الآلة اللاقطة فوُجد ان امواجاً طولها ٧٠ متراً صالحة للمخاطبة بين نقطة واخرى على سطح الارض

بعد ذلك جهزت طيارة بآلة لاسلكية لاقطة وارتفعت في الجوّ فثبت بالامتحان ان الموجة التي طولها سبعون متراً تصلح للمخاطبة بين المحطة الارضيـة والطيارة ما زال ارتفاع الطيارة لا يعدو ١٥٠٠ قدم عن سطح الارض . فجربوا أمواجاً طولها خمسون متراً فوجدوا انها تصلح للمخاطبات بين المحطة الارضية والطيارة كائناً ارتفاعها ما كان . وبعد ذلك امتحنوا الأمواج التي طولها خمسون متراً في المخاطبة الليلية ـ لأن بعض الطيارات التجارية الاميركية تطير ليلاً ـ فوجدوا ان الموجة التي طولها خمسون متراً لا تصلح في المخاطبات الليلية . فعادوا الى امتحان الموجة التي طولها سبعون متراً فلم يسفر امتحانها عن رضى المهندسين عنها فجربوا موجة طولها تسعون متراً فثبت لهم انها تصلح ليلاً ونهاراً على السواءِ

ثم كشف المهندسون اموراً على جانب عظيم من الخطر أولها ان الطيارة لا تصلح لالتقاط الأمواج اللاسلكية إلاَّ اذا كانت جميع اجزائها المعدنية متصلة بعضها ببعض لكي تصبح الطيارة وكأنها جسم معدني واحد . ولولا هذا الاكتشاف لما كان في مستطاع السائق أو العامل اللاسلكي في الطيارة ان يتحدَّث مع المحطات الارضية سؤالاً وجواباً . ووصل الاجزاءِ المعدنية بعضها ببعض ضروريٌّ لمنعها من امتصاص بعض الأمواج اللاسلكية ومنع الآلة اللاسلكية من التقاطها صافية من غير تشويه . وهو كذلك ضروري لمنع النار التي قد تحدث اذا تجمع في قطعة معدنية سائبة ، قدر من الكهربائية كافٍ لاحداث شرارة بينها وبين اقرب قطعة معدنية اليها مفصولة منها

وتلا ذلك اكتشاف آخر يقضي بعزل جهاز الاشتعال في الطيارة لأنك اذا وضعت سمَّاعة آلة لاسلكية على اذنك وكنت في طيارة لم يعزل محركها عزلاً كهربائيًّا لم تسمع بأذنيك إلاّ عاصفة من الانفجارات المتعاقبة كأن في الجوّ اضطراباً كهربائيًّا . وهذه الانفجارات تحدث في جهاز الاشتعال الذي يجهّز الطيارة بقوتها

بين القطب الجنوبي ونيويورك

في غرفة في الدور الثالث من احـدى ناطحات السحاب النيويوركية القائمة في قلب المدينة عند ميدان التيمس جلس شابٌّ على اذنيهِ سمَّاعتان سوداوان . وعلى وجههِ أمائر تدلُّ على انهُ سمع شيئاً خطيراً مع ان السكون سائد في الغرفة حتى تكاد تسمع دقات القلب ولا شيءَ أمامهُ إلاّ صندوق

اسود قائم على طاولة . واذا يدٌ تمتدُّ الى قضيب نحاسي في نهايته عقدة سوداء فيلمسها لمساً لطيفاً فيلمع النور في غرفة مظلمة في الدور السابع عشر من ناطحة السحاب ذاتها ويسطع من صف من المصابيح من غير أن يحدث انفجار كهربائي أو أي صوت آخر . ليس في الغرفة أحد . فاذا انقطع لمعان المصابيح اتشحت الغرفة بسوادٍ حالك

انصت الرجل الذي في الدور الثالث قليلاً ثم اخذ قلماً بيده وكتب العبارة التالية :

«اصغِ الى الطيارة « النجوم والخطوط » في الساعة الثالثة والدقيقة الخامسة عشرة صباحاً »

ولمعت المصابيح ثانية ناقلة الى مصدر الرسالة السابقة جواب الشاب « انني مستعد »

في القارة المتجمدة الجنوبية على عشرة آلاف ميل من نيويورك — من الغرفتين اللتين يقيم فيهما الشاب وتلمع المصابيح — مقرُّ البعث الذي اعدهُ الاميرال برد الاميركي لريادة المناطق المتجمدة الجنوبية والوصول الى القطب الجنوبي عن طريق الجوّ . انهُ يعدُّ طيارتهُ الآن — أي حين وردت الرسالة الى العامل اللاسلكي في نيويورك — قاصداً أن يحلق بها فوق مفاوز الجليد بغرض الوصول الى القطب الجنوبي

الساعة الثالثة والدقية الرابعة عشر ! ونيويورك نائمة ولكن العامل اللاسلكيَّ الفتى مستيقظ مقيم في غرفته ينتظر انباءَ الاميرال برد وطيارته

الساعة الثالثة والدقيقة الخامسة عشرة ! لقد انحنى الفتى والتقط قلمهُ وكتب . « الطيارة على وشك الارتفاع من سطح الجليد . انتظر »

ولمس مفتاحاً آخر امامهُ فدوى في اذنيهِ — وهو في نيويورك — صوت محركات الطيارة وهي تستعدُّ للتحليق في الجوِ فوق مفاوز القطب الجنوبي !

حلّقت الطيارة في الجو فانتقل الاتصال اللاسلكي من محادثة تدور بين المحطة اللاسلكية في مقرّ بعث برد وبين العامل اللاسلكي المذكور — الى محادثة تدور بين العامل اللاسلكي في الطيارة المحلقة في الجو ثلاثة آلاف قدم فوق مفاوز الجليد والعامل اللاسلكي المذكور التابع لجريدة نيويورك تيمس . هذه هي اول مرة في التاريخ تمكن فيها رجل محلق بطيارة ان يخاطب صديقاً له على عشرة آلاف ميل كأنهُ يخاطبهُ وهو على بضع اقدام منهُ في مكتبهِ . ان صوت العامل اللاسلكي في طيارة برد كان ينتقل امواجاً لاسلكية فوق مفاوز الجليد القطبي وجانب من المحيط الباسفيكي ثم فوق اميركا الجنوبية وخط الاستواءِ الى اميركا الشمالية والولايات المتحدة — من عواصف القطب الثلجية الى صيف اميركا الجنوبية الى قيظ خط الاستواءِ الى نيويورك المغطاة بالثلج . كل هذا كان يتمُّ في غفلة عين او اسرع اي بسرعة ١٨٦ الف ميل في الساعة

وارتفع ستار الليل واخذ الفجر ينبلج واخذت الاشارات اللاسلكية في المحادثات المذكورة تضعف رويداً رويداً ولكنها تختلف بين الضعف والقوة حتى بادت تماماً عند شروق الشمس وهكذا

ضرب النور ستاراً بين ممثلي الرواية القطبية وسائر العالم . وصدرت صحف المساء — بعد الظهر — وعلى صفحاتها الاولى عناوين بحروف ضخمة سود مؤادها « ان كلمة واحدة لم تسمع من الروّاد الشجعان في اثناءِ عشر ساعات » فاضطرب الجمهور وقلق ، مع ان رجال اللاسلكي كانوا يعلمون ان الصمت ليس دليل الفاجعة ولكنهُ ناشيءٌ عن تعذر التخاطب في اثناءِ النهار بالامواج القصيرة . وظل الجمهور مضطرباً قلقاً حتى وافت الساعة الرابعة مساءً فاخذ ستار الليل ينسدل رويداً رويداً واخذت الاشارات اللاسلكية تزداد وضوحاً كلما زاد انسدال الستار . وما اقبلت الساعة الخامسة حتى كان العامل اللاسلكي النيويوركي يتلقى نبأً من الجنوب يفيد ان برد وصحبهُ حلقوا بطيارتهم فوق القطب الجنوبي وحاموا حولهُ ، وان برد وهو اول رجل بلغ القطب الشمالي عن طريق الجو هو كذلك اول رجل بلغ القطب الجنوبي عن طريق الجو . فيبعث العامل بالنبإِ الى محرر نيويورك تيمس وهذا يستعملهُ ليحرز لجريدتهِ فوزاً صحافيًّا عظيماً

العين اللاسلكية الساحرة

مصباح صغير من الزجاج ، مفرغ من الهواءِ او قريب من المفرَغ ، زجاجةُ مطليٌّ من داخلهِ بمعدن البوتاسيوم ولا يحتوي في فراغهِ على شيءٍ سوى حلقة دقيقة من معدن البلاتين استنبط من خمس سنوات فقط فصار يستعمل الآن في قياس قوة النور الذي يصل الارض من الكواكب على بُعدها ، وتبنى عليهِ عدّادات دقيقة تحصي ما يمرُّ في الشوارع من السيارات ، ويوضع في آلة تدخلها لفائف التبغ (السيجار) من احد طرفيها فيفرّق بين هذه اللفائف بحسب لونها ، ويستعمَل في الآلات التي تصنع بها الصور المتحركة الناطقة فيحوّل النور الى نبضات صوتية اذا اصابت سماعة تلفون صارت كلاماً مفهوماً ، ويدخل في التلفزة وادواتها فيجعل اشعة النور المنعكسة عن الاجسام تغيّرات في قوة التيار الكهربائي تنقل لاسلكيًّا الى اقصى اقاصي الارض

هذه هي العين اللاسلكية العجيبة التي اطلق العلماءُ عليها اسم البطرية الكهرنورية . فما هو سرُّ فعلها العجيب على بساطة تركيبها ؟

لتعليل ذلك يجب ان نعود الى المذهب الطبيعي القائل بأن كل الاجسام المادية مؤلفة من دقائق وان كل دقيقة منها مؤلفة من ذرّات وان كل ذرّة مؤلفة من بروتون حوله كهارب وان عدد الكهارب في عنصر من العناصر واحد في جميع ذرات ذلك العنصر في احوال عادية . فاذا كانت الذرة في حالة طبيعية كانت كهربائيتها متعادلة أي كانت كهربائيتها الايجابية معادلة لكهربائيتها السلبية

ولكن اذا حدث للذرة ما حملها على ان تفقد احد كهاربها سعت الى اجتذاب كهرب ذرة اخرى اليها لذلك يقال ان شحنة هذه الذرة الكهربائية شحنة ايجابية . اما اذا حدث للذرة ما جعل بين كهاربها كهرباً زائداً عن العدد الطبيعي كان ميل هذه الذرة الى اطلاق كهربها

الزائد . فالذرة التي بين كهاربها كهرب زائد توصف بأنها ذرة سلبية أي أن شحنتها الكهربائية شحنة سلبية

ومن الصفات الخاصة التي تتصف بها بعض العناصر كالبوتاسيوم والروبيديوم ان ذراتها تطلق بعض كهاربها اذا وقع عليها نور الشمس . فانك اذا عرضت لوحاً من البوتاسيوم لنور الشمس تطايرت من سطحهِ كهارب عديدة . فاذا استطعنا ان نسيطر على هذه الكهارب المنطلقة وان نسيّرها في دورة كهربائية احدثت حركتها تياراً كهربائيًّا . ولما كان عدد الكهارب التي تتطاير من سطح البوتاسيوم يزيد أو ينقص بزيادة النور ونقصانهِ كان التيّار الكهربائي الذي تحدثهُ هذه الكهارب خاضعاً في قوتهِ وضعفهِ لقوة النور وضعفهِ

والعين الكهربائية ، او البطرية الكهرنورية ، كما قدمنا انبوب مفرغ او يكاد يكون كذلك ، بعض زجاجهِ مطليٌّ من داخلهِ بطبقة من معدن البوتاسيوم الذي يتأثر بالنور وفي وسط الانبوب حلقة دقيقة من معدن البلاتين غالباً متصلة بقطب البطرية الايجابي بسلك دقيق . وغشاء الانبوب الذي من معدن البوتاسيوم متصل بقطب البطرية السلبي

فاذا وضع هذا الانبوب في مكان مظلم لم تتمكن البطرية من توليد تيارٍ كهربائي فيهِ لانهُ ليس بين قطبيها السلبي والايجابي اتصال ما . ولكن متى وقع النور على الانبوب تأثر غشاء البوتاسيوم فتطايرت من سطحهِ الكهارب فتجذبها الحلقة اليها لأن كهربائيتها ايجابية فتسري في الحلقة والسلك المتصل بها تياراً كهربائيًّا . فاذا بدأت ذرات البوتاسيوم تفقد كهاربها بفعل النور ، تأتيها كهارب اخرى تحلُّ محلها من طرف البطرية السلبي وكذلك يحدث التيار الكهربائي في الانبوب وما يتصل بهِ من جراءِ وقع النور على ظاهره . فاذا زاد مقدارالنور الواقع على خارج الانبوب زاد عدد الكهارب التي تنطلق من غشائهِ الداخلي وزادت قوة التيار الكهربائي الذي يولّد على الطريقة المتقدمة . واذا ضؤل النور قلّ عدد الكهارب المتطايرة وضعف التيار الكهربائي

ويجب التفريق بين بطرية السلينيوم والبطرية الكهرنورية . فالسلينيوم معدن أو شبه معدن موصل للكهربائية يتأثر بفعل النور اذا وقع عليهِ فتقلُّ مقاومتهُ للكهربائية ثم تزيد اذا حجب عنهُ . لذلك استعمل أولاً في نقل الصور الفتوغرافية سلكيًّا ولاسلكيًّا . ولكنهُ بطيء التحوُّل بين القوة والضعف لا يصلح للتغيرات السريعة التي تقتضيها وسائل النقل اللاسلكية . فحلّت محلّهُ البطرية الكهرنورية حين استنبطت لانها اسرع فعلاً وأدق صنعاً . وهي فوق ذلك تولد التيار الكهربائي بتطاير الكهارب من سطح البوتاسيوم كما تقدم

وقد استعمل بعض المستنبطين هذه البطرية في آلات مختلفة غير ما تقدم . منها ما يدق جرساً كهربائيًّا اذا حال ظلٌّ خفيف بين البطرية ومصدر النور الذي يقع عليها . لذلك تستعمل هذه الآلة في حفظ خزائن البنوك . فتوضع البطريات في اماكن خفية حول الخزائن فاذا اقترب السارق

وحال بين البطرية ومصدر النور قُرع جرسٌ قرعاً عالياً ينبّهُ الحرّاس او اذا شئت ان تضع مكان الجرس جهازاً ينفث غازاً خانقاً او يطلق رصاصاً مردياً كان لك ذلك . وقد صنعت آلات اخرى توضع في المعامل فتدق اجراساً تنبهُ المديرين الى ان كثافة الدخان في المعامل زادت عما تقضي بهِ قوانين المجالس الصحية العامة . وصنع علماء الفلك الطبيعي آلات دقيقة لقياس حرارة الشمس وسائر الكواكب والسيارات . وبنت الشركة الكهربائية العامة بالولايات المتحدة الاميركية مقاييس دقيقة على هذه البطرية يقاس بها مقدار النور الذي ينفذ انواعاً مختلفة من الزجاج المستعمل في مصابيح الزينة ويقاس بها كذلك شفوف الورق والانسجة وطيوف الالوان المختلفة في صناعة الاصباغ ونضوج الاثمار اذا كان لونها دليلاً على نضوجها . ويقول الدكتور ايفس انهُ لا يبعد ان نتمكن يوماً ما من استخدام قوة الشمس المنتشرة في الفضاء بمولدات كهربائية مبنية على مبدإ البطرية النورية الكهربائية.

واهم من ذلك الآن ما شرع بعضهم في تحقيقهِ وهو استعمال هذه البطرية الساحرة لتحويل النور المعكوس عن الحروف المختلفة في كتاب او مجلة الى اصوات معينة فيستطيع العميان ان يقرأوها عن طريق الاذنين

النور اللاسلكي

لا يخفى ان النور الكهربائي الشائع الآن هو نتيجة تيار كهربائي قويٍّ يسري في اسلاك دقيقة من المعدن فيحميها حتى تحمرَّ اولاً ثم تبيضَّ فتنير . فجانب كبير من الطاقة الكهربائية المستعملة ضائع في احماء الاسلاك . ومع هذا فالنور ليس باهراً ولكي تمتحن ذلك ما عليك الاَّ ان تسدل الستائر على نوافذ غرفة من الغرف في رابعة النهار وتنير فيها المصابيح الكهربائية مهما تكن قوية ، ثم ارفع الستائر والمصابيح منيرة تر الفرق

فاوَّل تغيير ينتظر احداثهُ في هذه المصابيح هو اخلاؤها من كل أثر للاسلاك التي تنكسر او تحترق وملؤها بغازات تضيء اذا مرَّ فيها تيار كهربائي سريع التناوب . فيصبح كل مصباح من هذه المصابيح اناء مفرغاً من الزجاج يحتوي في داخلهِ على غاز لطيف شفاف

والتغيير الثاني هو انارة هذه المصابيح بتيارات كهربائية من غير ان تتصل المصابيح بالسلك الذي يجري فيهِ التيار . فقد وجد الباحثون انهُ اذا وضعت مصباحاً من هذه المصابيح في حقل ممغنط ، قوة مغنطيسهِ تتغير تغيراً متتابعاً بين القوة والضعف ، احدث هذا التغير في كهارب الغاز المالىء للمصباح تيارين يسير الاول مندفعاً في جهة ثم يسير الثاني مندفعاً في جهة مقابلة ، وانَّ احداث هذين التيارين في كهارب الغاز ينيرهُ . فكل ما يجب في هذه المصابيح الجديدة هو ان تضعها على مقربة من حقل ممغنط متغير القوة تغيراً سريع التناوب . وهذا الحقل يمكن ايجادهُ بمدّ اسلاك كهربائية في جدران الغرفة التي تريد انارتها كما تُمدُّ اسلاك المصابيح الكهربائية الآن وتعيين مكانين

داخل الجدار او ثلاثة امكنة توضع فيها لفات من السلك الكهربائي الممغنط من غير ان تُرى فيجري التيار السريع التناوب في الاسلاك حتى يصل الى هذه اللفات فيحدث التناوب المطلوب في حقلها المغناطيسي . فاذا وضع مصباح من المصابيح المذكورة آنفاً على مقربة من هذه اللفة او تلك — اي في نطاق فعلها — اضاءَ ضوءًا باهراً ولون ضوئهِ يختلف باختلاف الغاز الذي يملؤهُ

نقل الطاقة الكهربائية لاسلكيًّا

جميع هـذه الغرائب اللاسلكية على غرابتها واثرها الكبير في العمران يسيرة أمام الاستنباط الجديد الذي يجدُّ العلماءُ في تحقيقهِ وهو نقل الطاقة الكهربائية لاسلكيًّا من محطات منتشرة على وجهِ الارض فتلتقط أمواجَها آلاتٌ مستقبلة صنعت لذلك ثم تستعمل في قضاءِ مآرب الانسان . فتستغني المعامل حينئذٍ عن مولّدات الكهربائية فيها ، والسيارات عن آلات البنزين والاحتراق الداخلي ، والمصابيح الكهربائية عن الاسلاك التي تصلها بمستودع الكهربائية العمومي،اذ يصبح في الامكان حينئذٍ ان تستمدَّ الطاقة الكهربائيةمن الفضاءِبعداذاعتها من المحطات المذكورة آنفاً بآلات تصنع خاصة لهذا الغرض

وليس هذا الرأي من بنات الخيال ولا من قبيل التمني . بل هو لدى العلماءِ والباحثين حقيقة راهنة لم يبق أمامهم سوى التوسُّع في تحقيقها حتى يستطاع استعمالها على وجهٍ تجاري . فقد أثبت الدكتور فيلبس توماس أحد المهندسين المنقطعين للبحث الكهربائي في شركة وستنهوس الكهربائية الاميركية في خطبة خطبها أمام جماعة من المهندسين الاميركيين في يونيو ١٩٢٧ ان ما ذكرناهُ قد خرج من حيز الفكر الى حيز العمل ولو كان هذا الاخراج محصور النطاق . فانهُ أخذ بيدهِ مصباحاً كهربائيًّا غير متصل بسلك ما ولكنهُ متصل بقضيب من النحاس طولهُ نحو متر ووقف على مسافة مترين من أنبوب مفرغ فلما أُديرت الآلة المتصلة بالانبوب المفرغ وخرجت منهُ مجاري القوة الكهربائية التقطها القضيب النحاسي من الفضاءِ فأنار المصباح الكهربائي المتصل بهِ

اما مبدأ نقل القوة الكهربائية نقلاً لاسلكيًّا فقديم قال بهِ هرتز العالم الكهربائي الالماني.وتلاه نقولا تسلا المستنبط المشهور فابتكر نظاماً لنقل الطاقة الكهربائية من غير اسلاك وقد انقضت عليهِ بضع سنوات يمتحنهُ . وهو الآن مكبٌّ على وضع تصميم لبرج كهربائي ضخم يبنى على مقربة من شلالات نياغرا وتبعث منهُ الطاقة الكهربائية لاسلكيًّا . كذلك كان الدكتور شارل شتينمتز — وكان يحسب قبل وفاتهِ من نحو عشر سنوات أبرع الكهربائيين في اميركا — ثابت الاعتقاد بأنهُ لا بدَّ من ان يجيء عصر يصبح فيهِ نقل الطاقةالكهربائية نقلاً لاسلكيًّا من الامور المألوفة وقد اقترح طريقة لتحقيق ذلك . وأما السنيور مركوني منشيء المخاطبات اللاسلكية على وجه تجاري فيقول ان نقل الطاقة الكهربائية لاسلكيًّا أمر وشيك التحقيق

ولا يخفى ان مركوني يحاول منذ زمن استعمال امواج لاسلكية قصيرة للتخاطب اللاسلكي لأنها تخضع لناموس الانعكاس الذي تخضع لهُ أشعة النور على ما أثبتهُ هرتز . وقد بني عاكساً كهربائيًّا مغنطيسيًّا مقعراً وراء المحطة التي يذيع منها الامواج القصيرة فاستطاع ان يوجهها الى الجهة المطلوبة . وبعد تجارب وامتحانات كثيرة بنى على هذا المبدإ نظاماً لاسلكيًّا جديداً يعرف بنظام البيم beam وقوامهُ توجيه الاشعة باستعمال اشعة لاسلكية قصيرة وعواكس مؤلفة من اسلاك دقيقة ممدودة بين أعمدة تعتمد عليها وتحيط بالمحطة المرسلة واسلاكها الهوائية في شكل اهليلجي . وقد تعاقدت شركتهُ مع مصلحة البريد الانكليزية فأستعمل هذا النظام في ارسال الاشارات اللاسلكية في لندن الى اجزاء الامبراطورية البريطانيــة . وهو اقل نفقة من النظام المستعمل الآن لان الطاقة الكهربائية اللازمة لاذاعــة الامواج القصيرة اضعف من القوة اللازمة لاذاعة الأمواج اللاسلكية الطويلة المستعملة في المخاطبات التلفونية الشائعة بين اوربا واميركا . وهي كذلك اوضح اشارة لان الامواج الموجَّهة في جهة واحدة افعل من الامواج المنتشرة في كل الجهات . فاذا كان في الامكان جمع الامواج اللاسلكية وتوجيهها فلا يتعذر على العلماء جمع امواج الطاقة الكهربائية وتوجيهها ايضاً

***

هذا وقد اثبتت التجارب ان طبقات الهواءِ العليا هي اصلح موصل لامواج الطاقة الكهربائية لانها لطيفة فلا تفقد الامواج كثيراً من قوتها في اختراقها كما يحدث لها لدى اختراق الهواء عند سطح الارض . وعليهِ اقترح المهنــدس الانكليزي هيو بلرد ان تبنى ابراج ضخمة على قنن الجبال الشاهقة — كقنة جبل مكنلي في الاسكا وجبل هوتني بكاليفورنيا ومون بلان في فرنسا وغيرها في مختلف البلدان — فتذاع منها الطاقة الكهربائية امواجاً خفية فيلتقطها الانسان متى شاءَ ويستخدمها في قضاء مآربهِ

وقد ارتأى المهندس بُلرد ايضاً ان يبنى برجان من هــذا القبيل احدهما على مقربة من القطب الشمالي والثاني على مقربة من القطب الجنوبي لان طبقة الهواءِ اللطيفة هناك اقرب الى سطح الارض منها في المناطق الاستوائية والمعتدلة فلا يلزم حينئذٍ بناء الابراج على قنن الجبال . وقد اثبتت رحلات الروَّاد الى الاصقاع المتجمدة ان في اراضيها كثيراً من الفحم وبعض البترول ولايستطاع الاستفادة منها الآن لان استخراجها ونقلها الى البلدان العامرة كثير النفقات . فاذا اقيم بعض هذه الابراج في الاصقاع المتجمدة امكن الاعتماد على ما فيها من وقود مطمور في ارضها لتوليد الكهربائية اللازمة

***

ويرى الدكتور توماس ان الاعتماد في نقل القوة الكهربائية لاسلكيًّا يجب ان يكون على

الامواج القصيرة وغايتهُ ان يتمكن من استنباط آلة تولّد امواجاً لاسلكية قصيرة جدًّا من غير ان تفقد من قوتها ما يجعلها عديمة النفع . ثم يوجهها في شعاعة سعتها اربع بوصات بعد ما يجمعها ويعكسها عن مرآة معدنية مقعرة ، فاذا تمَّ لهُ ذلك اقام في بلدة من البلدان بضعة ابراج تبعث اشعتها في كل الانحاء فتتقاطع الاشعة ويصبح الجوُّ حافلاً بالكهربائية فتستطيع كل ربة بيت أن تستعمل آلة تقابل القضيب النحاسي الذي استعملهُ الدكتور توماس لتستمد بها الطاقة الكهربائية من الفضاء وتستعملها في قضاءِ اعمالها من طبخ وكنس وانارة وما اليها كما تلتقط الانغام أو الخطب من الفضاءِ بآلة لاسلكية مستقبِلة

***

والعقبة الكبيرة التي تقف الآن حائلاً دون نجاح الدكتور توماس هو توليد امواج قصيرة جدًّا لا يضعف فعلها الكهربائي . فالامواج القصيرة لازمة حتى يكون جمعها وعكسها وتوجيهها والتقاطها سهل المنال . وهذا الامر رهن البحث والتحقيق . ولا بدَّ من أن يعنى العلماءِ بابتداع الوسائل للتحكم بهذه الامواج والسيطرة عليها لانها اذا جمعت وارسلت في شعاعة واصابت أحداً من الأحياءِ في اثناءِ انبعاثها من ابراجها قتلتهُ شر قتلة فهي في الحرب اداة فتك وفي السلم ركن من اركان العمران

النقل اللاسلكي النموذجي

لقد اصبح نقل صفحات كاملة من الانباء باللاسلكي كما تنقل الصور من شؤون الصحف اليومية وتعرف هذه الطريقة «بالنقل النموذجي» . فبدلاً من ان ترسل الانباءُ بالتلغراف او التلفون سلكيًّا أو لاسلكيًّا كلمةً كلمةً ، تكتب او تطبع ثم يرسل مثالٌ منها كأنهُ صورة . وهذه الطريقة ذات شأن خاص في نقل الوثائق الرسمية او الكتابات النادرة او التحاويل المالية . فاذا شئت ان تبعث بصفحة كاملة من كتاب قديم لعمر الخيام جيءَ بهِ الى انكلترا تمكنت من ان تأخذ هذه الصفحة بكاملها وتنقلها كما هي الى اميركا بدلاً من ان تنقل كلمة كلمة فتفقد بذلك كثيراً من روعتها . ولما حاول أحد محرري الصحف الاميركية سنة ١٩٣٠ ان يبعث برسالة اينشتين العلمية لدى ظهورها لم يتمكن من ارسال ما فيها من المعادلات الرياضية بالتلغراف لان بعض هذه الرموز الرياضية كان من استنباط اينشتين نفسهِ فأرسلها بطريقة «النقل النموذجي» فطبعت في صحف اميركا كما هي . أما في المعاملات التجارية فلها اعلى مقامٍ . فالعقود التي تعقد بين البيوتات المالية الكبيرة ترسل امثلة منها بهذه الطريقة الى المحاكم المختلطة لتسجيلها فيها . أو اذا كان الفريقان المتعاقدان في بلدين مختلفين امكن الاتفاق على مواد العقد بالتلفون فتكتب أو تطبع ثم يوقعها الفريق الاول ويرسل نموذجاً من النسخة الموقعة بالطريقة المذكورة فيوقعها الفريق الثاني ويبعث بمثال منها يحمل التوقيعين للفريق

الاول . فتتم الصفقة في بضع ساعات . وهذا يسهّل المعاملات التجارية ويسرعها . ومع ذلك لا تزال طريقة « النقل النموذجي » في مستهلها

وخذ مثلاً آخر على فائدة هذه الطريقة، الصحف التي تنشر في البواخر الكبيرة وهي في عرض البحر . فمحرّر صحيفة من هذا القبيل يتناول اخباره من الاذاعات اللاسلكية التي تذاع من المراكز العامة ثم يعهد الى منضد حروف في تنضيدها ثم يطبعها بمطبعة صغيرة ويوزعها على المسافرين . ولكن طريقة «النقل النموذجي» ستقلب هذه الصحف رأساً على عقب . فقد لا تنقضي بضع سنوات حتى تصبح البواخر الكبيرة التي تمخر عُباب البحر مجهزة بأجهزة هذه الطريقة فيتمكن المحرّر الذي يوكل اليه أمر العناية بها ان يلقط بها صوراً سلبية لاهم صحائف الاخبار في اشهر الجرائد فيثبتها كما تثبت الصورة الفتوغرافية ثم يطبع منها عدداً من النسخ بحسب الطلب عليها

وهذا يفضي بنا الى الكلام على الراديو البحري . فبعض السفن الكبيرة التي تسافر بين اوربا والولايات المتحدة الاميركية قد انشئت فيها مكاتب سماسرة ليتمكن المسافرين بها من تتبع حركة البورصة في نيويورك . والمكتب مجهز بآلة لاسلكية — مستقلة كل الإستقلال عن جهاز الراديو الخاص بالباخرة — وبهِ يستطيع احد عماله من التقاط اسعار البورصة كما تذاع من نيويورك فيطبعها ويعلقها على لوحة خاصة ويتناول عامل آخر طلبات المضاربين المسافرين بالشراء او البيع وينقلها الى المكتب الرئيسي في نيويورك وينتظر نبأ اعتمادها . وقد اخذ استعمال الامواج القصيرة في الراديو البحري يزداد ذيوعاً لان الاشعة الطويلة المستعملة الآن لا تكفي الاَّ للمخاطبة على مسافة ٨٠٠ ميل او اقل . واما الامواج القصيرة فاصلح للمسافات البعيدة . وتنظيم الرحلات العالمية يقتضي ذلك لان المسافرين يبعدون عن مرافئهم الوف الاميال في ذهابهم الى الصين والهند واوربا وغيرها

ومن وجوه الاتقان في الراديو البحري صنع أجهزة تستطيع التقاط ما يذاع من المحطات البرية الكبيرة واذاعتها على الركّاب في مختلف الدرجات فيستطيعون ان يرقصوا على نغمات الجاز المذاعة من نيويورك وان يصغوا الى خطبة تلقى في لندن أو ابراً تغنَّى في ميلانو

تكلمنا قبل هـذا عن النقل « بالطريقة النموذجية » الى البواخر في عرض البحر . فلماذا لا يستطاع نقلها كذلك الى البيت . لماذا لا يرتبط كل جهاز لاسلكي بجهاز «للطريقة النموذجية » امامها لفّة من الورق . فاذا ذهب أعضاء الاسرة الى مخادعهم للنوم وحدثت حوادث بعد طبع الصحف في منتصف الليل فلم تلحق بها ، اذيعت هذه الانباء صوراً كما تقدم فتلتقطها هذه الآلة وتدونها كلمات وصوراً على لفة الورق أمامها . فاذا استيقظ القوم صباحاً تمكنوا من مطالعة آخر الانباء التي لم تتمكن صحف الصباح من نشرها

ولا بدَّ من ان يفلح المستنبطون في اتقان الآلة اللاسلكية التي تجمع اللاقط اللاسلكي والفونوغراف (الحاكي) فتجهز بما يمكنها من تدوين صوت أو انشودة أو قطعة موسيقية على اقراص

أو مادة اخرى من قبيلها . فاذا رغب والد ان يدوّن صوت قطعة موسيقية توقعها ابنتهُ على البيانو أو اذا رغب في ان يدوّن قطعاً موسيقية يوقعها جوق مشهور وتذاع لاسلكيّاً ، كان لهُ ذلك

ثم ان اللاسلكي يستعمل الآن في القياسات العلمية البالغة من الدقة وشدة الاحساس حدّ الاعجاز . تحطّ ذبابة على قضيب من الصلب قطرهُ بوصة فيستطيع العالِم ان يعرف بواسطة آلات دقيقة تشتمل فيما تشتمل عليهِ على أنابيب مفرغة ، مقدارَ ما ينحني القضيب تحت ثقل الذبابة . او مقدار ما يميل جدار من الحجر اذا استند اليهِ رجل . وبواسطة البطريات الكهرنورية — او العيون الكهربائية كما تدعى — نستطيع ان نوازن بين لونين لا ترى أحدّ العيون بصراً فرقاً ما بينهما . وبها يستطاع فرز الرزم التي لم يتقن لفها . وقد جربت آلة من هذا القبيل فأخذت رزم لصق على بعضها ورقة صفراء عليها اسم المحل وماركتهُ المسجلة واخرى لم تلصق عليها . ثم وضعت جميعها في صندوق وأخذت تصدر منهُ على سير متحرك وتمرّ امام العين اللاسلكية . فكانت الرزم التي عليها الورقة الصفراء تمرّ الى صندوق معين واما الأخرى فكان هناك ذراع حديدية ترفعها وترميها في صندوق آخر

***

كان الناس يبحثون في قديم الزمان عن المعادن بعصا الساحر او بالرفش والمعول ، ولكنهم يبحثون عنها بالراديو الآن . فبهِ يستطيعون ان يكشفوا عن كتلٍ معدنية دفينة من غير ان يخدشوا وجه الارض . وقد استعمل الراديو في تأمين الطيران اذ بهِ يتمكن سائق الطيارة من الاتصال بالمحطات الارضية القائمة في المطيرات المختلفة والمراصد فيعرف منها وجهتهُ ومكانتهُ اذا ضلّ في الضباب ويعرف منها احوال الجوّ في المنطقة التي يتجه اليها ويستطيع ان ينحدر ليلاً الى مطير ويحطّ فيهِ بواسطة التعليمات اللاسلكية التي تبعث اليهِ . واذا نحن اطلقنا للخيال العنان تمكنا من تصور عالم تسيرهُ القوى اللاسلكية . فسفن بلا بوصلات تدار وترشد لاسلكيّاً من البر . وطاقة لاسلكية تطلق من محطات مركزية فتلتقط على نمط التقاط الاغاني والاناشيد فتستعمل في ادارة المعامل وانارة البيوت والطبخ والكي وما اليها . ولكن ما لنا وللتصوّر ومجال العمل مفتوح أمام اولي الهمم والالباب

في الطب والزراعة

كان نقولا تسلا المستنبط الصربي الاميركي اول من اشار (سنة ١٨٩١) الى امكان استخدام التيارات الكهربائية سريعة التذبذب في الطب . وفي سنة ١٨٩٣ قام دارسونفال d'Arsonval بتجارب جرَّبها في اجسام الناس والحيوانات ثبت لهُ منها ان الامواج الكهربائية سريعة التذبذب لها أثر فعال في زيادة حيوية النسيج الذي توجَّهُ اليهِ . وفي سنة ١٩٠٠ وجد هنجستنبرج

Hengstenberg ان استعمال التيارات الكهربائية سريعة التذبذب تعقم مواد مختلفة . واثبت عيسو Esau سنة ١٩٢٦ امكان استعمال الامواج المتناهية في القصر في العلاج وتلاهُ شليفيك Schliephake فصرَّح امام جمعية برلين الطبية ان الامواج اللاسلكية القصيرة من الطرق التي يمكن ان تستعمل لتعقيم بؤر المكروبات في الحلق ، وكان تعقيمها قبل ذلك لا يتمُّ الاَّ باستعمال أشعة رنتجن . وفي سبتمبر سنة ١٩٢٦ نشر العالم شِرِسْشِفسكي Schereschewsky نتائج التجارب التي قام بها لمعرفة اثر التيارات سريعة التذبذب في الارانب وخنازير الهند . ثم لاحظ دايفس وهو مهندس كهربائي اميركي في دسمبر سنة ١٩٢٧ انهُ اذا اخذ مصباحاً كهربائيًّا من النوع الذي يضيء بالتوهج incandescence كالمصابيح الكهربائية المستعملة في دورنا . ووضعهُ على مقربة من سلك هوائي تخرج منهُ امواج لاسلكية قصيرة — طول الموجة منها ستة امتار — توهج السلك والغاز اللذان في المصباح .ثم لاحظ احد الباحثين في الشركة الاميركية الكهربائية العامة ، ان العمال الذين يشتغلون بامتحان آلات الراديو ، ترتفع درجة حرارتهم عن المتوسط السويّ في الجسم البشري . وتلاهُ هوسنر Hosner فأثبت انهُ يمكن استعمال هذه الطريقة لاحداث اية درجة من الحرارة العالية في اجسام الحيوانات . وبعض المستشفيات الاميركية تستعملها الآن في معالجة بعض الامراض(١)

فلما راجع المستر دايفس نتائج هذه المباحث خطر لهُ استعمال هذه الطريقة للفتك بآفات الحشرات التي تصيب المحصولات الزراعية المخزونة . ذلك ان الطاقة المشعَّة تخترق المواد من دون ان تفقد شيئاً من طاقتها وتحدث حرارة عالية مميتة في اجسام الحشرات تكون داخل الحبوب . والزراعة في حاجة الى مثل هذه الطريقة الفعَّالة ، تمكن الانسان من الفتك بالحشرات في كل ادوار نموها من بيض الى يرق الى حشرات تامة التكوين ويقدَّر ما تخسرهُ الولايات المتحدة الاميركية في قيمة محصول الحنطة المخزون ، بفعل الآفات الحشرية التي تصيبها ، بعشرات الملايين من الجنيهات . والطريقة المتبعة لتخفيف وطأة الحشرات ، هو اخذ الحنطة المخزونة ونشرها للتهوية والتبريد ثم يعاد خزنها . فنموُّ البيض واليرق في داخل الحبوب يقف في خلال التبريد والتهوية . ولكنهُ وقوف وقتي فقط . ذلك انهُ متى اعيد خزن الحبوب ارتفعت حرارتها بفعل تنفس الحبوب وغيره من العوامل الفسيولوجية والطبيعية ،فتعود البيض واليرق الى نشاطها الطبيعي ، فينقف البيض وتنمو اليرقات حشرات كاملة التكوين ، وتفسد حبوب الحنطة المصابة وتمتد الآفة من المصاب الى السليم

فاذا وجّه الى الحبوب المصابة بآفة حشرية من هذا القبيل ، تيارٌ قوي من الاشعة قصيرة الامواج سريعة التذبذب ، قتل الحشرات التي داخل الحبوب ، فاذا منعت اصابتها ثانية بالتخزين

(١) اثبت فون يورغ النمسوي ان الشلل العام الناشىء عن الاصابة بالزهري يشفى اذا عولج المشلول بالملاريا . فتدخل جراثيم الملاريا في دمه ، فتحدث فيه حمى الملاريا العالية ، فتموت جراثيم الزهري ثم يعالج بالكينا فيشفى من الملاريا . فلما استنبطت الطريقة المذكورة لاحداث الحرارة استعيض في بعض الاحوال عن حرارة الملاريا العالية بالحرارة التي تولدها الامواج اللاسلكية القصيرة اذ تخترق الجسم

المحكم والتهوية ، امكن حفظ مقادير كبيرة من الحنطة زمناً طويلاً من دون ان تتطرق اليها آفة ما

فبعض انواع الديدان ، تحفر انفاقاً في الحبوب التي تلقي فيها بيضها ، والانفاق التي تحفرها تخفيها عن الابصار ، فلا يستطيع الباحث بنظرة عجلى ان يتبين الحبة المصابة من الحبة السليمة . فاذا انقضت ثلاثة اسابيع او اربعة على هذه الحبوب في مخزن دافىء تفقس البيض ، فتلتهم اليرقات في خلال نموها باطن الحبوب .وقد قدرت وزارة الزراعة الاميركية ان الدودة من ساعة تفقسها حتى بلوغها تقتضي اربعة اسابيع ، وان فريقي الذكور والاناث متساويان عدداً ، وان الانثى تبيض مائتي بيضة ، وان كل البيض ينقف وكل يرقة يبلغ ، وعلى ذلك يبلغ نسل ذكر وانثى من هذا الصنف الفي مليون مليون مليون حشرة في خلال ستة اشهر .فلا يعجبنَّ القارىء اذا قيل ان مقادير عظيمة من الحنطة تتلف كلّ سنة بفعل الحشرات . وقد جرَّب المستر دايفس تجارب دقيقة الغرض منها معرفة فعل الامواج اللاسلكية القصيرة في آفات القمح . فاستعمل تيارين مختلفين ، طول الامواج في احدهما ٣٠ متراً وطول الامواج في الآخر ستة امتار . اما التيار الاول فكان فعّالاً في قتل الحشرات الكاملة النمو في مقادير قليلة من حبوب الحنطة ، بعد تعريض هذه الحبوب تسعين ثانية لامواج التيار . ولكن البيض الذي كان في الحبوب ، تقف في ميعاده لان الامواج الطويلة لم تفعل فيه . فجرّب الامواج القصيرة المنبعثة من آلة قوتها ٢٠ كيلو وطاً ووجّهها الى حبوب مصابة مدى ست ثوانٍ فقط ، فقتلت البيض واليرق والحشرات الكاملة النمو .ومعالجة الحبوب بهذه الاشعة لا يضعف مقدرتها على التفريخ اذا زرعت بل يزيدها

الاصداء اللاسلكية

عني الاستاذ ايلتن ، الطائر الصيت في الدوائر اللاسلكية العلمية في ، السنوات الاخيرة بدرس ظاهرة الاصداء اللاسلكية التي ترد الينا من الفضاء . واشتركت معهُ في ذلك طائفة من العلماء . وأنت تعلم أن الهوائي يذيع امواجاً لاسلكية تنتشر في جميع الجهات ، الاّ اذا كان موجّهاً توجيهاً خاصّاً. هذه الامواج الحاملة لرسائل معينة تنطلق من سطح الارض الى الفضاء ولكن قلما يتاح لها ان تفلت من جو الارض الى الفضاء الكائن بين الاجرام السماوية . ذلك ان في أعالي الجو ثلاث طبقات من الذرات المكهربة وقد سميت بثلاثة احرف من الابجدية الاعجمية هي D و E و F تردُّ الامواج من اعالي الجو الى سطح الارض ، فتجعل التخاطب اللاسلكي البعيد المدى مستطاعاً

فطبقة D تعلو ٣٠ ميلاً عن سطح الارض وترد الامواج اللاسلكية الطويلة

أما طبقة E (وهي المعروفة بطبقة كنلي هيفيسيد) فعلوّها نحو ٦٥ ميلاً فوق سطح الارض وتردُّ الامواج اللاسلكية الطويلة والمتوسطة . وأما طبقة F (وهي المعروفة بطبقة ايلتن) فعلوها

١٥٠ ميلاً وترد الامواج القصيرة . ولكن بعض الامواج اللاسلكية يستطيع ان يخترق جميع هذه الطبقات وينطلق الى الفضاء وراءها

انما يظهر ان هذه الامواج التي يبدو لنا انها تنفذ الطبقات الثلاث الى الفضاء، لا تنطلق فعلاً الى الفضاء الخارجي ، بل هناك فوق الطبقات المذكورة ما يردُّها الينا

***

ففي سنة ١٩٢٧ لاحظ احد هواة اللاسلكي الهولنديين ، في خلال التقاط اشارات لاسلكية مرسلة من أيندهافن، انهُ يسمع احياناً الاشارة الواحدة ثلاث مرات فبعد ما سمع الاشارة الاصلية ، لبث سُبْع ثانية فسمعها ثانيــة كأنها واردة من جهة مقابلة ، وبعد ثلاث ثوانٍ سمعها ثالثة . أما الصدى الاول (أي الذي يسمع بعــد انقضاء سبع ثانية على الاشارة الاولى) فيمكن تعليله بانهُ تم بعد ما دارت الاشارة الاصلية حول الارض . وهذا يقتضي سُبْع ثانية من الزمان لان المسافة حول الارض تبلغ نحو سُبْع سرعة الامواج اللاسلكية في الثانية (نسبة ٢٤٨٠٠ ميل محيط الارض: ١٨٦٠٠٠ سرعة الضوء والامواج اللاسلكية في الثانية) ولكن من أين جاء الصدى الثالث ؟ فان مجيئه بعد ثلاث ثوانٍ يقتضي ان يكون قد قطع ٥٤٨٠٠٠ ميل قبل رجوعهِ الى الارض . فاذا كانت الامواج اللاسلكية تسير بسرعة واحدة في انطلاقها من سطح الارض وارتدادها اليها . فالطبقة التي ردّت الصدى الاخير ، يجب ان تكون على ٢٧٩ الفاً من الاميال فوق سطح الارض . وفي سنة ١٩٢٨ سمعت اصداء لاسلكية بعد انقضاءِ ١٥ ثانية على سماع الاشــارة الاصلية ، وهذا يقتضي نظريًّا وجود ما ردَّها الى الارض على بعد ٢٣٢٥٠٠٠ ميل من سطحها

فماذا عكن ان يكون على هذه المسافة فوق سطح الارض ؟ هل هناك طبقة من الذرّات المكهربة أو تيار من الدقائق منطلق من الشمس أو غيمة منبسطة من الغبار الكونيّ ؟ وهل هذه الطبقة ، كائنةً ما كانت ، تدور مع النظام الشمسي أو لها حركة ذاتية خاصة بها ؟ ولماذا تتأثر هذه الاصداء المرتدة الينا من ابعاد سحيقة بالنور القطبي وكلف الشمس ؟ وفي كم موقع على سطح الارض يمكن التقاط الصدى اللاسلكي الواحد في وقت واحد ؟ النظريات كثيرة ولكن الحقائق التجريبية يسيرة وكل ذلك ما يزال لغزاً غامضاً

ولما كان العلماء يحتاجون الى جمع المشاهدات الخاصة بهذا الموضوع التي يشاهدها اكبر عدد من الهواة اللاسلكيين تقرر انشاء عصبة سمّاع اللاسلكي التجريبيين والغرض من هذه العصبة ارسال اشارات لاسلكية معينة في اوقات معينة ، ثم على كل عضو في العصبة ان يدوّن ميعاد سماع الاشارة الاصلية والاصداء التي تليها وفترات الوقت بين الاشـارة واصدائها . وقد وافق الاستاذ ابلتن على انشاء هذه العصبة ووعد بالتعاون معها بل هو الذي اقترح جعل تجربتها الاولى خاصة « بالاصداء اللاسلكية المتأخرة »

ألقة الحياة

« يسألونك عن الروح قل الروح من امر ربي وما اوتيتم من العلم الاّ قليلا » — « تولج الليل في النهار وتولج النهار في الليل وتخرج الحيّ من الميت وتخرج الميت من الحيِّ وترزق من تشاءُ بغير حساب »

[قرآن كريم]

الطبيعة ! تكتنفنا وتحتضننا ، فنعجز عن الانفصال عنها ، ونعجز كذلك عن النفوذ الى ما ورائها . انها ابداً مشغولة بابتداع اشكال جديدة . فما هو كائن الآن لم يعهد من قبل . وما عهد من قبل لن يعود . كل شيء جديد ومع ذلك فليس في طياته الاّ القديم

[غوته]



الحياة والكهربائية والاشعاع

قال أحد الكتّاب ان علم الطبيعة أخذ يضمُّ تحت جناحيه سائر العلوم . ومما لا ريب فيه ان طائفة كبيرة من العلوم المختصة بناحية معينة من البحث أخذت تستمدُّ من علم الطبيعة ما يمكنها من درس الظاهرات الخاصة بها ، فأصبحت وكأنها أقسام من علم الطبيعة . فعلم الكيمياء حيث يتناول الاركان يدعى الآن « علم الكيمياء الطبيعية » ومن أشق الامور على الباحث تعيين الحد الفاصل بين الطبيعة والكيمياء الطبيعية . وثمة علم الفلك الطبيعي Astrophysics وعلم الجولوجية الطبيعية Geophysics . وقد أخذ أصحاب علم المحيطات (الاقيانوغرافيا) يرون في علم الطبيعة وسائل لحلّ مسائل كانوا يحسبونها حيوية من قبل . أما علماء الحياة في بحثهم عن بناء المادة الحية فيسألون نفوسهم ، ألا يستطيعون ان يرجعوا بنواميسها إلى حركة الالكترونات والبروتونات والايونات

إن إمتداد علم الطبيعة إلى الكيمياء والجولوجية والفلك أمر معقول . وأما تعديه على علوم الحياة فغير معقول لأول وهلة . إذ يصعب علينا أن نتصور الخلية الحية ، التي تنطوي على دماغ كدماغ نيوتن ، أو يد كيد رفائيل ، وكأنها آلة مركبة من ذرّات . ولكن منذ ما ركّب الكيماوي الالماني وهلر مادة « اليوريا » ضعف القول بوجود قوة حيوية تدخل على المادة فتجعلها حية . وفوز العلماء المحدثين بصنع خلايا تتصرف من بعض الوجوه كتصرف الخلايا الحية ، يقوي الأمل الذي بنى عليه أحد العلماء القول بأن صنع المادة الحية في المعمل قد لا يتأخر . فعلماء الأحياء يشدون مطاياهم الآن الى غاية عظيمة — هي فهم الافعال الحية

ما سرُّ الحياة . . . ولكن أجب اولاً لماذا تنقسم الخلية الى خليتين ، فلعلّك تجد في الجواب عن السؤال الاصغر الجواب عن السؤال الاكبر

خذ خلية ملقحة من خلايا القنفذ البحري (الرتسا او التوتياء) ودعها تنقسم الى خليتين ثم خذ كلاً من الخليتين وضعها في اناءٍ على حدة ترَها وقد نمت قنفذاً بحريًّا كامل الاعضاء . أو دع الخليتين تنقسمان الى أربع خلايا أو الى ثماني خلايا ثم خذ كلاً من هذه الخلايا وضعها في اناءٍ على حدة تنمُ قنفذاً بحريًّا كاملاً . فلماذا تنمو كل خلية ، اذا فصلت عن غيرها ، قنفذاً بحريًّا كاملاً ولكنها لا تفعل ذلك اذا بقيت واحدة من طائفة من الخلايا ؟ وما الطريقة التي تعلم بها الخلية المفصولة ان عملية تخليد الحياة تقع على عاتقها فتنمو قنفذاً بحريًّا كاملاً ؟

أو اقطع الغصن الرأسي من شجرة الشوح . فلا تلبث حتى ترى أحد أغصانها الجانبية وقد انتصب وحلّ محل الغصن الرأسي المقطوع . فجماعة الخلايا التي تتألف منها الشجرة ، تتصرف كأنها تعرف ان غصنها الرأسي قد قطع . فلماذا تتصرف هذا التصرف ؟ وكيف تعرف ان غصنها الرأسي

قد قطع ! فليس للشجرة ولا لبيضة القنفذ البحري أعصاب : فما هي وسيلتهما الى فعل ما تفعلان
ان تعاون الخلايا والتنسيق بين افعالها مسألة حيوية قديمة حافلة بالاسرار . وطالما استرعت عناية الباحثين . وليس ما يلي الآ خلاصة لبعض النتائج الحديثة في هذا الميدان

***

كان الدكتور لُنْد E. J. Lund استاذ علوم الاحياء في جامعة تكساس ، يشتغل في معمل علم الحيوان بجامعة جونز هبكنز سنة ١٩١٤ وكان يجري تجاربهُ على حيوان مجهريٍّ (مكرسكوبي) يطفو في الماء يدعى البرساريا Bursaria . ولهذا الحيوان أهداب شعرية يحركها فيحدث في الماء تيارات تتجه الى ناحية فمهِ وهي طريقة تستعملها الحيوانات المفردة الخلية لالتقاط دقائق الغذاءِ من الماءِ . ومن غريب ما رآه ان هذا الحيوان ، يكوّن في بعض الاحيان ، فماً في مؤخر جسمهِ أي في الطرف المقابل للطرف الذي فيهِ فمهُ العادي . ثم يغيّر حركة نصف الاهداب التي تغطي جسمهُ فيحدث في ناحيةٍ تيارات مائية تتجهُ الى فمهِ الواحد ، وفي الناحية الاخرى تيارات مضادة تتجه الى فمهِ الثاني . ثم لا يلبث ان ينشطر الحيوان الواحد الى اثنين ، لكل منها فم ، وينفصل أحدهما عن الآخر ، ويعيش كلٌّ منهما عيشة مستقلة . ولكنهُ شاهد في بعض الاحوال ان احد الشطرين ، يضمر رويداً رويداً قبل الانفصال ثم يزول ، كأن النصف الآخر قد قوي عليهِ وابتلعهُ . فلما حاول الدكتور لند ان يعلّل هذا التحوُّل في تصرف الحيوان — كتحوُّل الذنب الى فم ، وابتلاع النصف الواحد للنصف الآخر — تذكر ما يفعلهُ حيوانٌ آخر ، وحيد الخلية اذ يوجَّهُ اليهِ تيَّار كهربائي

ذلك الحيوان يدعى البراميسيوم — وهو أبسط تركيباً من البرساريا — ومؤلف من خلية بيضية مستطيلة تغطيها اهداب تتحرك فتحدث في الماء تيارات تتجهُ الى فم الخلية لتجهزها بدقائق الغذاءِ . وكان بعض الباحثين — قبل لُنْد — قد بينوا انهُ اذا وجِّهَ تيار كهربائي دقيق الى البراميسيوم أثَّر في حركة اهدابهِ تأثيراً يختلف باختلاف اتجاه التيار . فاذا كان التيار متجهاً من رأس البراميسيوم الى ذنبهِ ، تغير اتجاه حركة الاهداب في النصف المؤخر فتحدث تيارات مائية متجهة الى ناحية الذنب كأنَّ الذنب فمٌ تجب تغذيتهُ ، ولكن اذا عكس اتجاهُ التيار بعد ذلك عكست حركة الاهداب في نصفي الخلية

فبعدما اجرى الدكتور لُنْد مباحث وتجارب كثيرة من هذا القبيل ، ثبت لهُ أثر التيار الكهربائي في الخلايا في اثناءِ نموّها . فعرف انهُ يستطيع ان يوقف النموَّ او يعوقهُ او يغير اتجاههُ باستعمال التيار الكهربائي ، بل تمكن في خلايا بعض الحشائش البحرية من ان يعيّن اتجاه النمو كما يشاءُ فوجد انهُ اذا ترك الخلايا الملقحة من دون أن يتعرّض لها بتيار كهربائي ، نمت منها أعشاب

نمواً مشوشاً في نواحٍ مختلفة ، فهذه الى اليمين وتلك الى اليسار واخرى بين الاتجاهين . ولكن اذا وضعت الخلايا الملقحة في مسير تيار كهربائي انتظم اتجاهُ نموّها . وتحوّل الجانب الموجّه الى القطب الموجب الى جذرٍ دائماً . ولما وجد ان للتيار هذا الاثر الواضح في نموّ الخلايا ، سأل نفسهُ ، أليس للكهربائية ايّ أثر في نموها السويّ . الاّ تولّد هذه الاحياء كهربائية في اثناءِ نموها ؟ واذا كانت تولد كهربائية في اثناءِ النمو ، فهل يشابه تأثير هذه الكهربائية في نموها تأثير التيّار الكهربائي الموجّه اليها من الخارج ؟ أليس لهذه القوة الكهربائية اثرٌ في نماءِ الاحياء وتنوع خلاياها واعضائها من رأسٍ وذنب وجذر وغصن

***

عرف من قبل ان للعضلات والاعصاب صفات كهربائية ، لان فعلها يصحبهُ اطلاق قوة كهربائية. كذلك عرف ان السنط الحسّاس والاسماك الكهربائية تطلق قوة كهربائية اذا لمست ، ولكن اطلاقها للكهربائية متقطّع كأنهُ اطلاق القوة الكهربائية من جرّة ليدن . اي ليس ما ينطلق منها تياراً كهربائيّاً مستمرّاً . وظاهرة الكهربائية الحيوانية مسلّم بها منذ ما اثبت غلفني العالم الكهربائي ذلك في الضفدع في اوائل القرن الماضي

ولكن الباحث الالماني « بف » كشف في سنة ١٨٥٤ ظاهرة كهربائية اخرى في الاحياءِ تختلف عن الظاهرة السابقة الذكر . ذلك انهُ اثبت وجود تيار كهربائي مستمرّ من رأس الجذر الى اجزاء النبات العليا . ثم اعاد العالمان مُلَر هنلنجنغ وماثيوز — كلٌّ على حدة — تجارب « بف » فأيّدا النتائج التي وصل اليها . فلما بدأ لُنْد مباحثهُ بدأ بدرس التيارات الكهربائية المستمرة في النباتات والحيوانات . فقضى في جامعة منسّوتا والمعمل البيولوجي في بيوجت سوند وجامعة تكساس اثنتي عشرة سنة يوالي التجربة والبحث وصل في نهايتها الى النتائج الآتية

١ — في النباتات والحيوانات تيارات كهربائية مستمرّة مما يبين ان الكهربائية ملازمة للحياة

٢ — تتولد هذه التيارات في الخلايا الحية في كل كائن فكأن كل خلية بطرية كهربائية صغيرة

٣ — تختلف الخلايا في مقدرتها على توليد الكهربائية ، فهي على اعظمها في الخلايا الناشئة ثم تضعف في الخلايا الهرمة ثم تزول بتاتاً في الخلايا الميتة

٤ — قوة التيارات التي تولدها الخلايا توازي قوة التيارات الكهربائيـة المستعملة في التجارب المذكورة آنفاً

٥ — ان هذه المقدرة على توليد الكهربائية توليداً مستمرّاً صفة عامة من صفات المادة الحيّة

فهل يأتي التحوّل على الحياة والنماءِ وفقاً للتحوّل في ما تولده الخليـة من الكهربائية ؟ هل التقدم في السن والموت نتيجة لضعف هذه القوة او ظاهرة تصاحبها ، فكأن الخلية لدى موتها بطرية كهربائية قد فرغت ؟ هذه مسائل تبدو للذهن لدى الاطلاع على نتائج هذا البحث الطريف

الاشعة البيولوجية

في سنة ١٩٢٣ اعلن العالم الروسي غورفتش Gurvich انهُ وفق الى كشفٍ غريب. قال : اذا أخِذ جذر بصلٍ (لا يزال متصلاً بالاصل) ووُجّه الى جانب جذر آخر اثر الاول في الثاني تأثيراً غريباً . فان خلايا الجذر الثاني في الناحية المواجهة لجذر البصل الاول تصبح اسرع نمواً من الخلايا التي في الناحية المقابلة .

فلقيت هذه الانباء في بادىء الامر إعراضاً وريباً في صحتها . فلما اعلن غورفتش ان هذه التجارب تثبت لهُ وجود «قوة حيوية» تشع من نسيج الجذر زاد الاعراض واشتد الريب . ثم وجد بعد سنةٍ ان ما ينطلق من الجذر يخترق المروَ (الكوارتز) ولا يخترق الزجاج العادي — مما حملهُ على الظن بانها اشعة من قبيل الاشعة التي فوق البنفسجي التي تنفذ المروَ ولا تنفذ الزجاج . فنبذ قوله السابق بان ما يخرج من الجذر هو « قوة حيوية » . ولكن لما استعملت الالواح الفوتغرافية ، الشديدة الاحساس بالاشعة التي فوق البنفسجي ، لامتحان قوله لم تتأثر هذه الالواح على الاطلاق بما يخرج من جذر البصل . فتمادى المرتابون في ارتيابهم

***

على ان هذا الاخفاق لم يقعد غورفتش وتلاميذهُ عن المضي في تجاربهم . فوجدوا ان اشياء اخرى غير جذر البصل تفعل هذا الفعل منها العضلات وادمغة الشراغيف Tad-poles ثم وجدوا ان مستنبتات الخميرة او البكتيريا افعل في الكشف عن هذه الاشعة من غيرها من الكائنات الحية فيسرع تكاثر الخلايا فيها اذا صوبت اليها هذه الاشعة الخفية. ومن ثمَّ اخذت الرسائل العلمية تنهال من معمل غورفتش وتلاميذه فلما مضى على ذلك خمس سنوات جمعت النتائج التي اسفر عنها البحث وبوبت ونشرت في كتاب . ودعيت هذه الاشعة بما معناه « الاشعة الباعثة على انقسام الخلايا Mitogenetic نسبة الى Mitosis وهو مرتبة من مراتب انقسام الخلايا ويصحُّ ان ندعوها الاشعة البيولوجية . ولكن ارتياب الدوائر العلمية لم يتبدد لان الباحثين الذين جربوا تجارب غورفتش اخفقوا في الحصول على نتائج مماثلة لنتائجه

ثم اخذ تيار المقاومة في الارتداد . وجاءت الانباء من المانيا اولاً ثم من اميركا ان تجارب فريق من الباحثين ، كلٌّ منهم قام ببحثهِ على حدة ، اسفرت عن تأييد اهم النتائج التي وصل اليها غورفتش وتلاميذه . انهم وجدوا ان لا ريب في وجود هذه الاشعة ، وان لها اثراً في استثارة نمو الخلايا ، وانها تعكس وتكسر كأشعة الضوء ، وانها من طائفة الاشعة التي منها الاشعة فوق البنفسجية . ووجدوا كذلك ان الاشعة فوق البنفسجية المولدة بطرق طبيعية — كالمصابيح المستعملة في معالجة الكساح مثلاً — ليس لها دائماً اثر في زيادة نمو الخلايا . واذا كان لها هذا الاثر فهو اثر غير قوي .

وان الاشعة فوق البنفسجية التي لها أثر بيولوجي لا تفعل قط بلوح من ألواح التصوير الضوئي (الفوتغرافي)

وكذلك حلّت المسألة فيما يتعلق بأركانها بتعاون علوم الحياة وعلوم الطبيعة ، اما علوم الحياة فكانت ممثلة في شخص غورفتش نفسهِ واما علوم الطبيعة ففي شخص جوفه Joffe مدير معهد الطبيعة المجرّدة والمطبّقة في لننغراد

فمثلاً استنبطت طريقة كهربائية شديدة الاحساس ، تتبين وجود قدر ضئيل جدًّا من اشعة الضوء او الاشعة فوق البنفسجية . وبهذه الآلة استطاع الباحثون ان يبينوا ان الأثر البيولوجي المنطلق من جذير البصل او العضلة ، سببهُ اشعة من قبيل الاشعة فوق البنفسجية — ولكنها اقصر منها امواجاً — تنبعث في مقادير يعجز عن تبيّنها لوح التصوير الضوئي . فاذا حسبنا ان اقل قدر من هذه الاشعة يؤثر في لوح فوتغرافي (د) كان المقدار المنبعث من جذير او عضلة مما لهُ أثر في نمو الخلايا جزءًا من مليون جزء من (د)

ثم ظهر ان هذه الاشعة لها مكان في طيف الاشعة يتباين طول امواجهِ من ٢٠٠٠ الى ٢٣٠٠ انغسترم[1] . ولبيان ذلك نقول ان الاشعة المنظورة وغير المنظورة سلسلة متصلة الحلقات من الاشعة اللاسلكية اطولها ، الى الاشعة التي تحت الاحمر الى اشعة الضوء الى الاشعة التي فوق البنفسجي الى اشعة اكس واشعة غما والاشعة الكونية . فاذا كان عرض المنطقة التي تشغلها اشعة الضوء م فعرض المنطقة التي تشغلها هذه الاشعة البيولوجية ١/٧ م وامواجها اقصر من امواج الاشعة التي فوق البنفسجي واطول من اشعة اكس

هاتان الحقيقتان مهدتا السبيل الى فهم جانب آخر من سرّ هذه الاشعة يدور حول السؤال التالي : لماذا لا تؤثر الاشعة التي فوق البنفسجي المنبعثة من الشمس او من مصدر صناعي — كمصباح القوس الكهربائي — في زيادة نماء الخلايا تأثير هذه الاشعة البيولوجية ؟

قلنا ان الاشعة البيولوجية تشغل نطاقاً ضيقاً في منطقة الاشعة فوق البنفسجية ولدى البحث ثبت ان الاشعة التي خارج هذا النطاق الضيق — وان تكن من قبيلها — لا تفعل فعلها في استثارة نمو الخلايا ، بل تفعل احياناً فعلاً مضادًّا له اي انها توقف النمو او تؤخره . ولكن اذا فرضنا اننا حصلنا في الضوء الذي تبعثهُ الشمس او مصباح قوسيّ على امواج موافقة في طول امواجها لطول الاشعة البيولوجية لم يكن لها نفس الأثر البيولوجي . لان هذه الاشعة لا تفعل هذا الفعل الاّ اذا كان مصدرها غير شديد التوهّج . فاذا كانت الامواج ذات الطول المعين صادرة من مصدر غير متوهّجٍ كعضلة او جذير كان فعلها الانمائي شديداً

(١) الانغسترم جزء من عشرة ملايين جزء من المليمتر

وقد توصل الباحثون الى هذه النتائج بالجمع بين اساليب البحث الطبيعي والبيولوجي . فبدلاً من الاكتفاء بقطعة من جذير بصلة لقياس اثر هذه الاشعة في انماء الخلايا عمد جوفه Joffé الروسي الى مستنبت بكتيري واستعمله بدل جذير البصل . ذلك ان قياس نمو الخلايا في المستنبت اسهل منهُ في الجذير . ففي الجذير يجب ان نأخذ شرائح من الجهة المقابلة للاشعة ومن الجهة البعيدة عنها ودرسها بالمكروسكوب لتعيين سرعة نمو الخلايا في الجهة المقابلة للاشعة بالنسبة الى سرعة نموها في الجهة الاخرى . اما في المستنبت البكتيري فتحقيق ذلك سهل المنال . فاذا سدّدت شعاعة ضوء الى المستنبت فرقتها الكائنات البكتيرية يميناً ويساراً . ومقدار الضوء المتفرق يزداد بزيادة البكتيريا في المستنبت ويقل بقلتها . وهكذا استعمل «جوفه» قوة الضوء المتفرق مقياساً لفعل الاشعة الحيوية في انماء البكتيريا . وقد وجد غورفتش حديثاً ان الخلايا في دور معين من حياتها تستطيع ان تتناول الاشعة الحيوية التي تطلقها جذور البصل مثلاً ثم تطلقها اقوى مما تناولتها فكأنها جهاز التلفون الذي يضعّف امواجه في حديث بين بلدين بعيدين (Relay) والظاهر ان هذه الاشعة لا تنطلق الاّ من طبقة رقيقة سطحية من الخلايا في كائن ما . واذاً فليس لحيوان ذي بشرةٍ ان يطلقها لان بشرتهُ تمنع خروجها

ولهذه الاشعة احياناً آثار غريبة . فالاشعة المنطلقة من قلب سمكةٍ اذا سدّدت الى بيض قنفذ بحري (توتياء او رتسا) غير ملقح ، خطا هذا البيض الخطوة الاولى نحو التناسل العذري اي التناسل من دون تزاوج (Parthenogenesis) اما الاشعة الحيوية المنبثقة من البكتيريا فتجعل بيض البعوض المستكنّ ينقف قبل ميعاده واذا وجّهت الى بيض القنفذ البحري احدثت في بناءِ دعاميصه شذوذاً غريباً . وقد وجدت طائفة من الباحثين في علوم الحياة ان الكائنات ذات الخلية الواحدة اسرع تكاثراً اذا كانت طوائف في قطرةٍ من السوائل المغذية منها اذا كان كلٌّ منها منفرداً في القطرة حتى ولو وضع في اكثر الاحوال مؤاتاة لنموه . ولعلنا نجد تعليل هذه الظاهرة في ان الاشعة الحيوية تنطلق من افراد الطائفة الواحدة فيحفز بعضها بعضاً الى النمو . ولعلّ الاثر نفسهُ يتمُّ في المراتب الاولى من نمو خلية ملحقة

ثم اثبت جوفه واعوانهُ ان اشعة مثل هذه الاشعة — نوعاً وقوة — تنطلق من مواد غير عضوية خارج الجسم في اثناءِ تفاعلها الكيمائي . وعليهِ فانطلاقها من جذور البصل وخلايا الخميرة او عضلات الفقاريات ليس صفة حيوية خاصة بل مصدرهُ افعال كيمائية معينة لامندوحة عنها للجسم الحيّ . فكأن هذه الاشعة نفاية من نفايات الحياة . ولكن الطبيعة لا تغفل عن استعمالها كما حدث في السمك الكهربائي والاحياء المضيئة . فان الكهربائية والضوء فيها نتيجة تفاعل في اجسام هذه الحيوانات فاستعملتها الطبيعة في ميدان التطور . ولعل الطبيعة تستعمل كذلك هذه الاشعة في اسراع انقسام الخلايا وتنسيق النماء

الاشعاع والتطور

﴿ طماطم جديد ﴾ في مستنبت خاص من مستنبتات جامعة ايوى الاميركية ، يقع الزائر المعنيُّ بشؤون النبات على نبتتين من نبات الطماطم ، تسترعيان النظر ، لأن مجرّد وجودها ، اشارة الى انقلاب خطير في علم الزراعة العملية . ولو انهُ اتيح لداروِن ان يرجع الى الحياة مدة اربع وعشرين ساعة فقط ، لكان في الراجح يطلب ان يرى هاتين النبتتين قبل اي شيءٍ آخر . لانهما نوعان جديدان من الطماطم لم يشاهدا من قبل بين أنواع الطماطم البرية او الاليفة

نعم ، اننا نشاهد الى جنبهما ، النباتات التي نشأتا منها ، وهي مثل كل نبات الطماطم جذوراً وسوقاً وورقاً وثمراً . ولكن لو ان باحثاً أتى ، بهاتين النبتتين من مجاهل البرازيل ، ورآهما عالِمٌ نباتيٌّ لما تردّد دقيقة ، بعد مقابلتهما بأنواع الطماطم المعروفة ، في الحكم بأنهما نوعان جديدان . وهما يختلفان في علو ساقيهما وفي ورقهما وفي ثمرهما عن نبات الطماطم المعروف . ثم انهما يتناسلان تناسلاً صريحاً ، اي ان النسل يأتي شبيهاً بالاصل في كل ما تقدم ، اي ان هـذه الصفات تنتقل بالوراثة من جيل الى جيل . ومع ان الاستاذ لندستروم Lindstrom أنشأها بوسائله الخاصة من نبات الطماطم المعروف ، الاَّ ان هنالك ما يشير الى ان الطبيعة تجري على الوسائل نفسها في استحداث انواع جديدة من الانواع القديمة

وطريقة لندستروم تتلخَّص في تعريض بزور الطماطم او أفرخ الطماطم للأشعة المنطلقة من الراديوم او للأشعة السينية (اكس) كما يفعل علماء الطبيعة في درس الذرة . والتجربة الاولى من هـذا القبيل جربها الدكتور ملر H. J. Muller الاستاذ في جامعة تكساس سنة ١٩٢٦

***

لنرتدَّ قليلاً الى ايام داروِن . فانهُ اخرج في سنة ١٨٥٩ كتابهُ « أصل الانواع » فأحدث انقلاباً خطيراً في علم الحياة ، بل وفي التفكير الحديث . في هـذا الكتاب اعترف داروِن بجهله اذ قال « لقد اشرت حتى الآن الى التغاير كأنهُ وليد الصدفة . وهذا نظر خاطىء ، ولكنهُ يكفي للاعتراف بجهلنا بكل تغاير خاص . . . . . ان جهلنا بنواميس التغاير جهل عميق » . وكان داروِن قد سلَّم بالتغاير على انهُ حقيقة لا تحتاج الى برهان ، ولكنها مجهولة الاسباب ثم حاول ان يبيّن اثر هذا الميل الى تغاير النسل عن الاصل وكيف يحدث الانتخاب الطبيعي ، كما ينتخب مربي الحيوان والنبات الاصلح من نتاج الحيوان او النبات ، انتخاباً صناعياً

﴿ من مندل الى ملر ﴾ وظلَّ جهلنا بنواميس التغاير ، خلال سبع وستين سنة ، عميقاً كجهل داروِن بها ، ولكن علماء الحياة كشفوا في خـلال هذه السنين ما مكنهم من رؤية الصورة كاملة

واضحة . ففي اثناءِ المدة التي كان فيها داروين مكبّاً على وضع « اصل الانواع » كان راهب نمسوي يدعى غريغور مندل يتسلى بتضريب نبات البسلّة واحصاء التغايرات الجديدة التي يراها في النسل فتوصل الى ناموس بسيط كل البساطة ، يبيّن ان الطبيعة لا تجري اعتباطاً في احداث وجوه التغير في النبات والحيوان ، بل على قاعدة رياضية مضبوطة . ولكن احداً لم يُعِر مباحثهُ شأناً ما ، فطويت حتى كشفها احد الباحثين في سنة ١٩٠٠ بعد وفاة مندل

وفي اثناء ذلك كان العالم الهولندي هوغو ده فريز يراقب طائفة من نبات زهر الربيع في منطقة من الارض في هولندا ، فلاحظ ، انهُ في الفينة بعد الفينة ، تظهر نبتة تختلف عن النباتات الاخرى التي نبتت من طائفة واحدة من البزور . وعند التدقيق في البحث وجد ان هذه النبتة المختلفة عن اخواتها ، هي في الواقع نوع جديد فدعا هذا الفعل بالتحوُّل الفجائي Mutation وثبت ان انواعاً جديدة كانت تظهر ظهوراً منتظماً بفعل التحوُّل الفجائي من الاصل الذي ترجع اليهِ . ثم ثبت ان هذه الانواع الجديدة صريحة التناسل بحسب قواعد مندل اي ان صفاتها الجديدة ، تنتقل بالوراثة الى الخلف الاول فالى الخلف الثاني الخ

فكان هذا الكشف نقداً لقول داروين بأن الاحياء في تطوُّرها « لا تقفز قفزاً » وان الانواع الجديدة انما تنشأ من تجمع تغايرات صغيرة متوالية لا تلبث ان تصبح صفة جديدة يختلف بها الخلف عن السلف

وفي سنة ١٩٠٠ كشفت حقيقة ثالثة من مقام الحقيقتين اللتين مرَّ ذكرهما ، كشفها بوفيري Bovery لدى فحصهِ خلايا الأحياء بالمكرسكوب ، اذا وجد ان في نواة كل خلية ، اجساماً دقيقة يسهل صبغها — فدعاها بالكروموسومات اي الأجسام التي تتلوَّن — وتتصرَّف تصرُّفاً خاصاً . فقال في نفسهِ لا بدَّ ان يكون لها اثر في الوراثة والتغاير . ثم اثبت الباحثون الذين تلوا بوفيري ، ان هذه الاجسام هي المسيطرة على الوراثة المندلية ولا بدَّ ان تحتوي على اسرار الوراثة والتغاير بل وعلى خفايا التطور نفسهِ

وجاء بعد ذلك توماس هنت مورغن الاميركي ، فاكبَّ هو واعوانه على درس الكروموسومات في ذبان خاص يعرف بذبان الفاكهة Drosophila فأثبتوا بعد بحث قليل ان التحولات الفجائية اكثر مما يظنُّ وانما اكثرها دقيق لا يشاهد بالعين المجردة . فقد وجدوا في ذبان الدوروسوفيلا تحولات فجائية كثيرة ، تتناول لون العيون وشكل الاجنحة وغير ذلك ، ووجدوا كذلك ان كل تحوُّل منها يورَّث . وقد تناول بحثهم نحو عشرين مليون ذبابة فوجدوا نحو ٤٠٠ تحوُّل فجائي جميعها تورَّث توريثاً صريحاً اي تنتقل الى الاجيال التالية . وتمكنوا بعد ذلك من تعيين موقع كل تحوّل في الكروموسوم نفسه فما اقبلت سنة ١٩١٥ حتى كان مورغن قد عين مواقع ثلاثين او اكثر من هذه العوامل — التي تسند اليها التحولات الفجائية — في كروموسوم واحد . فقد عرفوا مثلاً

ان في نقطة معيّنة من كروموسوم معيّن ، تجد العامل الذي يجعل عيون الذبابة من لون خاص

ولكن البحث في الدروسوفيلا كان بطيئاً ، لانهُ كان مرهوناً بسرعة تناسلها ، وظهور التحوُّلات الفجائية في النسل . وما كان احدٌ يعلم ، لماذا يظهر تحوُّل فجائي جديد ، ولا متى يظهر . فحاولوا ان يستنبطوا طريقة لاسراع حدوث التحوُّلات الفجائية ، فعرّضوا عوامل الوراثة في الكروموسومات للفواعل الطبيعية من برد وحرارة ، وتجفيف وبلّ ، وتغذية وتجويع ، وحرق وسمّ ، فباؤوا بالاخفاق ، لانهم وجدوا ان هذه الفواعل لا تؤثر مطلقاً في عوامل الوراثة

وفي سنة ١٩٢٦ خطر للاستاذ ملر ان يستعمل وسيلة جديدة . ذلك انهُ رأى العلماء يستعملون الاشعة السينية والمقذوفات المنطلقة من الراديوم في محاولتهم تحطيم الذرّة فقال في نفسهِ ولماذا لا تطلق الاشعة السينية على عوامل الوراثة

﴿ التحول والاشعة السينية ﴾ فاخذ الوفاً من ذبان الدروسوفيلا وعرّضها للاشعة السينية . واختار الذبان الذي درست عوامله الوراثية ومواقعها من الكروموسومات ، حتى اذا ظهرت صفات تختلف عن الصفات المعهودة فيها ، اسند ذلك الى أثر الاشعة السينية . وقال في نفسهِ ، اذا كان توفيقنا في تجربتنا من نوع توفيق علماء الطبيعة ، صدمت بعض الاشعة السينية عوامل الوراثة ، فتطلق منها ذرّة او تضيف اليها ذرّة ، فيتغيّر بناؤها الكيمائي . فاذا كانت عوامل الوراثة ، هي المسيطرة على الوراثة فعلاً كما يقال ، وجب عندئذٍ ، ان تتغير الصفات التي تولّدها هذه العوامل بعد تغيُّر بنائها بفعل الاشعة السينية . وكان علماء الوراثة يعلمون ، ما يجب ان يكون عليهِ لون العيون في نسل هذا الذبان وشكل الاجنحة وغيرها من الصفات الوراثية بعد عمل الحساب لحدوث ٤٠٠ تحوُّل فجائي في كل ٢٠ مليون ذبابة

وبعد ما عرّض هذا الذبان للاشعة ، ترك لكي يتناسل . فكانت النتيجة ان نسلهُ بعد التعرض للاشعة كان اقل منهُ قبل التعرُّض لها . واذاً فلا بدَّ ان تكون الاشعة قد اتلفت في بعض الذبان الجراثيم التناسلية . ثم ظهرت صفات تدلُّ على ان الاشعة قصمت بعض الكروموسومات . ولكن الظاهرة التي استرعت انتباه هذا الباحث ، وغيره من بعده ، ان عدد التحولات الفجائية زاد من نسبة ٤٠٠ تحوُّل في ٢٠ مليون ذبابة الى ٦٠٠٠٠ تحوّل في العدد نفسهِ . فكان هذا دليلاً على ان الاشعة اصابت العوامل الوراثية وغيرت في بنائها ، فزاد عدد التحولات الفجائية

واذاً فعملية التطوُّر تخضع للانسان فيستطيع ان يزيد سرعتها بوسيلة يسيطر عليها

﴿ كشف خطير ﴾ فهذا الاكتشاف يجب ان يحسب من اخطر المكتشفات في علوم الحياة الحديثة ، لانهُ اثبت في الناحية الواحدة وجود عوامل الوراثة genes وعددها في الكروموسومات . ففي ذبان الدروسوفيلا اكثر من ١٤ الف عامل من هذه العوامل ، لا ندحة عنها لحياة الذبابة وصحتها . وازاحة احد هذه العوامل من محله او اتلافهُ يكفي لكي تولد الذبابة بلا نخذٍ او بلا عينٍ

او بلا رأس ، او غير قادرة على الحياة مدى حياة الذبابة المعهود . ولما كان حجم الكروموسوم معروفاً ، وعدد العوامل الوراثية في الكروموسوم الواحد معروفاً ففي الامكان تقدير حجم العامل الواحد من عوامل الوراثة فهو نحو ١ × ١ — ١٨ من السنتمتر المكعب وكل عامل يحتوي على ١٨ جزيئاً من البروتين ، وكل جزيء يحتوي على نحو ٨ آلاف ذرة . وعلى ذلك فسر الوراثة ، اصبح شيئاً يكاد يكون ملموساً ، بعد ما تمكن العلماء من تعيين عدد العوامل التي تحدثها ، ومكانها وحجمها

هذا في الناحية الواحدة . ولكن النتيجة في الناحية الاخرى اهم مما تقدم . ذلك ان هذا الاكتشاف اثبت ان قوة قد كشفت تستطيع ان تؤثر في الاجسام الحية فتحدث فيها تغايرات تنتقل بالوراثة من جيل الى جيل

﴿ الحذر من التهور ﴾ ولكن يجب ان نتخذ الحذر رائدنا في الوصول الى النتائج المبنية على هذا الاكتشاف الخطير . فنسأل : هل اطلاق الاشعة يتلف العوامل الوراثية او يضعفها فقط ؟ لانهُ اذا كان هذا هو الاثر الوحيد فيها ، فالنسل الذي اتلفت بعض عواملهِ او اضعفت لا بد ان ينشأ مريضاً ضعيفاً . واذاً فالاشعاع لا يمكن ان يكون سبب التطور . لان التحولات الفجائية التي يقوم عليها التطور ، انما هي تحولات تمنح النسل صفات جديدة تمكنهُ من التفوق على غيره في ناحية او اكثر من النواحي . فالتحولات التي يقوم عليها التطور يجب ان تضيف شيئاً الى صفات النسل لا ان تكتفي بسلبهِ اشياء

ففي ذبان الدروسوفيلا نحو ١٤٠٠٠ عامل من عوامل الوراثة يجب ان تعمل عملاً منسجماً متسقاً لكي تتمكن الذبابة من الحياة حياة سوية . واقل تحولٍ في هذا الاتزان الدقيق يفضي الى الموت . وقد ثبت انهُ اذا اخذنا مائة من التحولات الفجائية في الذبان المعرض للاشعة السينية ، وجدنا ٨٧ تحولاً منها مما يميت . و١٣ تحولاً فقط تمكن النسل ونسله من بعده ، من الحياة حياة سوية . فهل في هذه التحولات الثلاثة عشر ، ايُّ صفات جديدة تمنح هذا النسل تفوقاً على سلفهِ ؟

من المتعذر الجواب عن هذا الآن

فلنعد قليلاً الى نبات الطماطم في مستنبت الاستاذ لندسترم . فالبحث فيها يرينا ان كل الصفات الجديدة في الانواع الجديدة هي صفات تأخر لا صفات تقدم . فستٌّ من النباتات الجديدة نشأت خالية من الكلوروفل (المادة الخضراء) فهي لا تستطيع ان تعيش في الطبيعة . واثنتان ضعيفتان مريضتان ، وليس فيها اي صفات اخرى لتعوضها من هذا الضعف وتاسعة عقيمٌ . وما يصدق على الطماطم يصدق على نبات الشعير ، والتبغ ، وغيرها من النبات والحيوان الذي جربت فيهِ هذه التجربة ولكن الحال في ذبان الدروسوفيلا ، يختلف قليلاً عما تقدم . لانهُ اذا تحولت ذبابة شكل جناحها كالرقم ٨ الى ذبابة شكل جناحها كالرقم ٤ — بعد تعريضها للاشعة — وكان هذا التحول تأخراً ، فالذبابة التي شكل جناحها كالرقم ٤ اذ تتحول الى ذبابة شكل جناحها كالرقم ٨ يكون هذا التحول فيها تقدماً .

وهذا واقع فعلاً . واذن فالراجح ان بعض التحولات التي يحدثها التعرض للاشعة السينية ، يمنح النسل الذي تحدث فيه صفات جديدة من قبيل الصفات التي يقوم بها التطور الى الامام

﴿ الاشعاع والتغاير الطبيعي ﴾ فاذا كان الاشعاع في معمل البحث يحدث تحولات فجائية في الاحياء ، ألا نستطيع ان نبحث عن سر التغاير الطبيعي ، في هذه الناحية من نواحي القوى الطبيعية ؟ فالاشعة التي تصيب الارض مختلفة ، وبعضها قوي النفوذ كالاشعة الكونية . افلا نجد في هذه الاشعة الجواب عن السؤال الذي وجَّههُ داروِن الى نفسه وتركه من دون جواب ؟ ألا يمكن ان تصيب الاشعة الكونية وغيرها من الاشعة التي تقع على الاحياء ، عوامل الوراثة فيها فتحدث التغايرات المنوعة ، ثم تفعل قوى الانتخاب الطبيعي بهذه التغايرات فتنشأ الانواع الجديدة ؟

ولكي نستطيع الاجابة عن هذه الاسئلة يجب ان نعرف مقدار الاشعة السينية اللازمة لاحداث عدد معين من التحوُّلات في الدروسوفيلا ، وقوته ، وعلى هذا القياس يجب ان تكون الاشعة التي تقع على الارض اقوى الف مرة منها الآن ، لتحدث في الاحياء تحولات فجائية من رتبة ما يحدث في الذبان المعرض للاشعة السينية . ولذلك لا نستطيع ان نسند التغاير الطبيعي الى سبب واحد هو الاشعاع . بل نقول ان الاشعاع احد اسباب التغاير . وقد اثبتت التجارب الحديثة في ايطاليا ان الاشعة الكونية لها اثر فعَّال لا جدال فيه . وانما يجب ان نبحث عن اسباب اخرى . ثم لا ريب في ان المادة الحية نفسها — البروتوبلاسمة — مادة مشعة ، لانها تحتوي على البوتاسيوم وهو عنصر مشع الى حدٍّ ما . والمباحث دائرة الآن لمعرفة هل الاحياء الناجحة في ميدان التطور تميل الى خزن هذه العنصر المشع اكثر من غيرها

يرى القارىء ان خطر مباحث ملر ولندسترم من الوجهة النظرية هو انهما كشفا سبب التغيُّر ، فأضاءا ناحية من اقتم النواحي في مباحث النشوء والتطور ، ولكن ذلك لا يغضُّ من قيمة النتائج العملية . لانها تمكن الفلاح والبستاني من استعمال هذه الطريقة لاحداث بعض التحوُّلات المرغوب فيها في عمل الانتخاب الصناعي ، في الحيوان والنبات ، بعد ما يتقدم البحث العلمي والعملي في هذه الناحية تقدماً كافياً

المكرسكوب وأسرار الحياة

البروتوبلاسمة ملازمة للحياة . وجميع الاحياء من أدناها الى اعلاها ، من المكروبات الى الانسان نفسهِ ، مبنية من جواهر هذه المادة العجيبة . ففي البروتوبلاسمة تظهر الافعال التي يمتاز بها الاحياء من غير الاحياء حتى صفاتنا التي نمتاز بها عن الأحياءِ الأخرى قائمة في بناء البروتوبلاسمة الكيمائي والطبيعي

فاذا نظرنا اليها نظراً سطحيًّا وجدناها مادة هلامية تكاد تكون شفافة تشبهُ زلال البيض سواءٌ أكانت في اوراق زهرة من الورد ام في خلايا دماغ بشري . على انهُ لا ريب في ان هناك فروقاً اساسية بين جواهر هذه المادة التي تقوم بها الحياة وتميز الاحياء بعضها عن بعض . لماذا تنمو خلية الفرخة (البيضة) ديكاً وخلية السنديان سنديانة ؟ ولماذا تنفق خلايا الاوراق طُوال حياتها في صنع الغذاءِ وخلايا الجذوع في نقل الغذاء من الاوراق الى الجذور، وخلايا الجذور في امتصاص الماء والاملاح من التراب ؟ ان سبب ذلك نوع البروتوبلاسمة الذي تتكون منهُ هذه الخلايا . نعم ان للبيئة والوراثة شأناً في تحديد هذا العمل ولكنهُ صغير لا يكاد يذكر ازاء شأن التركيب الكيمائي والطبيعي . فمسائل الولادة والنمو والتناسل والوراثة والسلوك والصحة والمرض — بل قل مسائل الحياة جميعها — ليست الاَّ مظاهر مختلفة لبناءِ البروتوبلاسمة الكيمائي والطبيعي

والبحث في الخلايا الحية تعتوره مصاعب جمة . اولها وأهمها هو حفظ المادة التي يراد تناولها بالدرس والبحث حيةً ، طبيعيةً في تصرفها . لانهُ متى وضعنا طائفة من الخلايا الحية في انبوب الكيماوي واضفنا الى هذا الانبوب احدى المواد الكيمائية اللازمة لتسهيل البحث ، وتناولناها بآلات حادة او قاطعة تغيَّر تصرف هذه الخلايا الطبيعي فيصبح غير طبيعي ونضحي وفي ايدينا مادة حية ولكنها لا تتصرف كما تتصرف في حالتها الطبيعية . وبذلك يمتاز علم الفلك على العلوم البيولوجية . لان الفلكي لا يمسُّ الجرم الذي يدرسهُ ويبحث فيهِ . ولكن رغماً عن هذه الصعوبة الكبيرة التي تعوق البيولوجيين عن البحث ، لقد تمكن جمهورهم من الفوز بمعرفة حقائق كثيرة دقيقة عن بناء البروتوبلاسمة الطبيعي والكيمائي

ولا بدَّ في درس الخلايا الدقيقة والمادة الحية التي تتكون منها من الاعتماد على آلات دقيقة وعدسات تستطيع تكبير جواهر الاجسام التي تحت النظر الى حدٍّ بعيد بحيث يتمكن الباحث من بلوغ درجة بعيدة من الدقة في عمله . وبين هذه الآلات آلة تمكّن الباحث من تشريح الخلايا الحية بابر معدنية دقيقة وهو ينظر اليها بمكرسكوب قوي او من استفرادها بامتصاصها بأنبوب زجاجي دقيق . وقد نتج عن هذه المباحث نتائج على جانب كبير من خطر الشأن حتى ليصح ان يطلقَ على هذا

النوع من البحث اسم « عـلم » وقد دعاها العالم بترفي « مكريرجي » Micrurgy وهي لفظة مركّبة من «ميكرو» ومعناها « صغير » و « ارغون » ومعناها « عمل » . وتاريخ هذا العلم الحديث يلخص فيما يأتي :

رأى الطبيب بابر ان لا مندوحة لهُ عن استنباط طريقة لاستفراد مكروب واحد من المكروبات التي يتناولها بالبحث المكرسكوبي فابتكر طريقة لاستعمال أنبوبة دقيقة جدًّا من الزجاج لتحقيق غايتهِ .وطريقة استعمال هذه الانبوبة هي ان يأخذ مجموعة من المكروبات ويبسطها على لوح المكرسكوب فتكبَّر فيرى المكروبات منشورة امامهُ فيمدّ انبوبتهُ الدقيقة فيمتص بها قليلاً من السائل الذي تسبح فيهِ المكروباتفيعزل مكروباً واحداً ويزرعهُ على حدة فيمزدرع جديد

وجاء بعده من قال انهُ اذا كان في الامكان استعمال انبوبة دقيقة لاستفراد مكروب واحد فلا بدّ انيكون فيالامكان استعمال ابر معدنية دقيقة لتشريحخلية منالخلايا على لوح المكرسكوب ليستطيع الباحث ان يتناول دقائقها بالبحث الدقيق . وتعهدت الايدي آلة بابر فارتقت وتنوعت وتعقدت وصارت الآن آلة علم جديد من علوم الحياة . وفائدة هـذه الآلة وهذا الاسلوب في درس بناء الخلايا تماثل فائدة المكرسكوب في بدئهِ في درس أنسجة الجسم ومعرفة طرق بنائها

***

تشرّح الخلية الدقيقة سواء كانت بيضة نجم البحر او كرية من كريات الدم الحمر او ذرة من ذرات اللقاح النباتي او جنين فرخة في بدءِ تكونهِ كما يشرح الجسم البشري ولكن على لوحة المكرسكوب لان هذه الخلايا دقيقة جدًّا قد لا يزيد طول احداها على ستة اجزاءٍ من الف جزء من البوصة وقد يبلغ احياناً في صغره ودقتهِ ثلاثة اجزاء من عشرة آلاف جزء من البوصة وهو قطر الكرية من كريات الدم الحمر . فاننا اذا رصفنا مليوناً ونصف مليون من هذه الكريات احداها الى جانب الاخرى غطت مساحة لا تزيد على مساحة ظفر السبابة

اما الفوائد التي تجنى من هذه المباحث فجمة منها معرفة وظائف الاجزاءِ الدقيقة التي تتألف منها الخلية . ففي نواة احد الحيوانات التي من نوع البروتوزوى والحيوان منها خلية واحدة ـ نواة اخرى صغيرة اونُـوَيّـة (Nucleolus) . اما النواةالكبيرة فعرفتوظائفها من قبل وأما الصغرى فلم تعرف الاَّ حديثاً باستخدام اساليب هذا العلم الجديد . ذلك ان الطبيب تايلر نزع هذه النواة الصغيرة بابرة دقيقة جدًّا ولاحظ تصرف الخلية بعد ما نزعت منها فعرف أنها تعيش بدونها بضعة ايام ثم تموت . ولكي يثبت ان نزع هـذه النواة هو سبب الموت لا تشريحها بالابرة الدقيقة نزع النوّية يوماً او اكثر من يوم ثم اعادها فدبّ دبيب الحياة من جديدفي الخلية التي كانت قد اشرفت على الموت ونمت وتكاثرت . هذا مثل واحد على الحقائق الجديدة التي كشفها اصحاب هذا العلم الحديث في تشريح الخلايا وفسلجتها

على ان اصحاب هذه المباحث يعنون في الغالب بدرس صفات البروتوبلاسمة الطبيعية امثال لزوجتها ومرونتها وقوتها على المد وتركيبها ووجود الاغشية حول الخلايا واثرها في حياتها وحيويتها

ومن المسائل التي تناولها الباحثون كثافة البروتوبلاسمة في اجزاء الخلية في ادوار مختلفة من حياتها . فثبت لهم ان اجزاء الخلية تختلف كثافة حين تستعد للانقسام وان الاختلاف في لزوجة المادة الحيّة ومرونتها لهُ علاقة حيوية باعمال الخلية في اثناء نموها وانقسامها

تؤخذ كرية من كريات الدم الحمر مثلاً وتوضع على لوحة المكرسكوب — او في الحقيقة تعلق في نقطة ماءٍ تتدلى من سقف صندوق زجاجي صغير يوضع على لوحة المكرسكوب — ثم تغرز فيها ابرتان وتشدان فتمط الكرية حتى يصير قطرها اربعة اضعاف قطرها الطبيعي . ثم تشرح وتنتزع نواتها منها وتعالج كما عولجت الخلية قبلاً اي تغرز فيها ابرتان ثم تشدان فتمطّ النواة . وقد ثبت ان البروتوبلاسمة التي تتكون منها نوى هذه الخلايا هي اكثر انواع البروتوبلاسمة مرونة ولزوجة اذ في الامكان مطّ نواة قطرها ستة اجزاءٍ من عشرة آلاف جزءٍ من البوصة فيصير طولها اربعة عشر جزءًا من الف جزءٍ من البوصة اي تمط النواة حتى يصير قطرها نحو ٢٤ ضعف قطرها الطبيعي . ومتى ازيلت الابر التي شدت بها الخلية او النواة لكي تمطها تعود الى حجمها الطبيعي

وقد ابتدعت طريقة اخرى لمعرفة مرونة البروتوبلاسمة . ذلك انهم يأتون بغبار النكل الدقيق ويأخذون ذرة منهُ على طرف ابرة مغشاة بالهلام . ثم تدخل هذه الابرة وعلى طرفها ذرة من هذا الغبار في جسم خلية وتترك فيهِ . ثم يؤتى بقطعة من المغناطيس الكهربائي وتوصل بتيار كهربائي فتصبح قطعة الحديد مغناطيساً قويًّا يجذب ذرة النيكل فتسير مسافة في جسم الخلية بقوة انجذابها الى المغنطيس وتقاس هـذه المسافة بآلة دقيقة . ثم يوقف سير التيار الكهربائي فتعود ذرة النيكل الى مكانها الاول . وهكذا تقاس نسبة المرونة في انواع البروتوبلاسمة المختلفة بعضها الى بعض

هذا آخر ما بلغهُ العلم الحديث في تشريح الخلايا ودرس طبائع مادتها الحية وخواصها فما هي الفائدة العملية التي قد تنجم عن هذه المباحث النظرية ؟

لقد اثبتنا غير مرة في هذا الكتاب ان العلم يطلب لذاتهِ اولاً ثم تطبق حقائقهُ ومبادئهُ على مقتضيات الحياة والعمران وان تاريخ ارتقاءِ العلوم ابان ان اكثر المكتشفات العظيمة لم تجنَ منها فائدة عملية ما في بدء عهدها ثم صارت اساساً لاعظم ما نراه في عصرنا من مقومات العمران، وضربنا لذلك المثل بمباحث العالم فرادي الاولى في طبائع الكهربائية وتحقيق قواعدها ونواميسها وكيف صارت في اواخر القرن التاسع عشر واوائل القرن العشرين اساساً للتلغراف والتلفون السلكيين واللاسلكيين والمصباح الكهربائي ووسائل النقل والانتقال والركن الاكبر الذي قامت عليهِ النهضة الصناعية في انحاءِ العالم المتمدن

وهذا العلم الحديث لا يشذّ عما سبقهُ من العلوم ، مع انهُ قد يفوقها في ان نواحي الاستفادة منهُ ظاهرة لكل عين تنظر الى ما وراء الظواهر ، وعلى ذلك نضرب المثل التالي :

اذا نظرنا الى البروتوبلاسمة بالمكرسكوب وجدناها شبيهة بمستحلب انما يختلف عن المستحلبات في انهُ لزج مرن وهي سائلة غير لزجة ولا مرنة . ولكن من المواد البروتينية ما هو هلامي القوام يشبهُ البروتوبلاسمة في مرونته فهل المواد البروتينية في البروتوبلاسمة مقرّ هذه الصفة الملازمة للمادة الحية ؟ واللبن مستحلب ايضاً اذا نظر اليهِ بالمكرسكوب ولكنهُ اذا تخثر صار مرناً كالهلام ولم يظهر أدنى اثر لمحتوياتهِ الدهنية في عمل التخثر هذا لأن المواد البروتينية فيهِ اي الكاسين هي التي تتخثر

والبروتوبلاسمة تبلغ في كثير من الاحيان درجة بعيدة من المرونة . وهذه صفة من صفات المواد الهلامية لا تشاركها فيها السوائل والمذوبات الآلية المخففة . فيظهر من ذلك ان البروتوبلاسمة مادة هلامية لا مجرد مستحلب عادي . وانهُ من حيث مرونتهامادة هلامية بروتينية وان في هذه الحقائق يجب ان نبحث عن أغمض اسرار الحياة

والبحث في مرونة البروتوبلاسمة أدّى بالباحثين الى معرفة كثير من خصائص كريات الدم الحمر ذلك انهُ ثبت لهم ان كريات الدم الحمر غير المرنة اي التي لا تقبل المط كما تقدم هي في الغالب كريات مريضة . وقد يبنى على هذه الحقيقة اساليب جديدة لامتحان صحة الناس بامتحان الكريات الحمر في دمائهم

***

ومن المعروف ان لعنصري البوتاسيوم والصوديوم اثر كبير في المباحث البيولوجية الطبية . وان عنصر البوتاسيوم كثير في النوامي السرطانية ومقداره فيها مقياس للاطباء يقيسون بهِ قوة السرطان في الجرذان . وعليهِ اخذ الطبيبان تشمبرز ورزنكوف يجربان تجارب دقيقة في حقن الخلايا الحية باملاح واصباغ مختلفة لمعرفة اثرها في حيوية البروتوبلاسمة وتركيبها . فمباحث من هذا القبيل كائنة نظرية في البدءِ ماكانت لا بدّ ان يبنى عليها ما هو عملي فيما بعد

اضف الى ما تقدم المباحث الدقيقة التي يقوم بها العلماء لمعرفة العلاقة بين الكهربائية والحياة على وجه دقيق يتضح لك ان البحث في صفات البروتوبلاسمة الطبيعية لا بدّ ان يؤدي الى توسيع نطاق المعرفة عن طبيعة المادة الحية وفلسفة افعالها في احوال مختلفة من الصحة والمرض . وعلى اساس هذه الحقائق فقط يستطيع الاطباء ابتداع طرق طبيعية وافية لمعالجة الامراض وشفائها

قال ڤيبر العالم الفسيولوجي النمسوي الشهير : « ان مسائل الحياة هي مسائل البروتوبلاسمة » وهذا القول شعار ودستور لاصحاب هذا العلم الجديد

صنع المادة الحية

صنع المادة الحية في المعمل من اقدم ماطمح اليهِ العلماءُ . ولعلّهُ قديم كمحاولة الكيماويين القدماءِ تحويل الرصاص الى ذهب . لذلك اهتزت الدوائر العلمية الاميركية لما اذاعت الصحف اليومية ان احد جراحي مدينة كليفلند ، الدكتور جورج كرَيْل Crile صنع مادة حيّة في معمله ، ونظر العلماءُ الى هذه الاقوال بشيءٍ كثير من الرّيب

وكثيراً ما بدا لبعض الباحثين في هذه الناحية من علوم الحياة ، ان خلق الحياة في المصنع قد تمَّ لهم او كاد . ومن اشهر هذه التجارب تجربة الدكتور باستيان الانكليزي الذي وضع سنة ١٩١١ مواد غير حية في انابيب زجاجية واقفلها اقفالاً محكماً ثم احماها الى درجة لا تحتملها المادة الحية ثم تركها في مكان معرّضٍ لاشعة الشمس المشتتة بضعة اشهر فأخذ يبدو فيها رويداً رويداً، دقائق من مادة هلامية بعضها يشبهُ الفطر وبعضها يشبهُ الجَمَار والبعض الآخر يشبهُ البكتيريا الدقيقة . ولدى البحث وجد ان هذه الذرّات تصطبغ بالاصباغ كما تصطبغ الاحياءُ الحقيقية التي تقابلها ، وتتناسل اذا غذيت بالمواد الصالحة لذلك . وظلّت هذه الاحياء المخلوقة بواسطة الانسان سرّاً يثير اعجاب الجمهور وحيرتهُ تسعة ايام فقط لانهُ ثبت بعد ذلك ان خطأً تطرّق الى التجربة فلم تكن سليمةً من كل النواحي التي يقتضيها الحذر العلمي

وقد صنع حديثاً عالمان من علماءِ وظائف الاعضاءِ وهما الدكتور مكدوغل(D. T.)والدكتور ڤلاديمير موراڤك ، خلية صناعية ولكنهما لم يدعيا انها خلية حية . ذلك انهما اخذا وعاءً صغيراً من ورق معيّنٍ وملأَهُ بهلام نباتيّ ثم طلياهُ من الخارج بمادة نباتية توجد عادة خارج الخلايا النباتية ، وطلياهُ من الداخل ببعض المركّبات التي تكون في البروتوبلاسمة الحية . فلما غمسا هذه الخلية في المـاءِ او في بعض محلولات ملحية معيّنة ، تصرّفت ، مع انها غير حية ، تصرّف الخلايا الحية ، وبدت عليها بعض مميزاتها .فتمكن صانعاها من ان يفهما بها بعض اسرار الخلايا الحقيقية. وهذا الفهم هو في الواقع الغرض من التجربة . فالخلية كانت اداة للبحث في المعمل ولم تحتوِ قط على سرّ الحياة

ومن نحو ربع قرن اهتزت الخواطر لما شاع ان الدكتور جاك لوب ،البيولوجي و الفسيولوجي المشهور ،صنع «الحياة» فغضب هو لذيوع هذا القول عنهُ لانهُ لم يخلق الحياة في معمله ولا كان خلقها حينئذ من اغراضهِ . وجلُّ ما عمله انهُ تمكن من تلقيح طائفة من البيض من غير ان يسمح لنطفة ذكر بلمسها . وانما لقحها بمعالجتها ببعض مواد كيمائية او بنكزها بابر حادة او غير ذلك من وسائل اثارة قوى التناسل الكامنة فيها . وقد اقتفى العلماء اثر ذلك فنوّعوا محاولتهُ على وجوه مختلفة . فبعضهم

ولّد الحيوانات المعروفة « بديدان البحر » عن طريقة تلقيح البيضة بتيار كهربائي وآخر ولّد ضفادع ، بنكز بيوض الضفادع التي ولدت منها بإبرة فولاذية محدّدة . ولكن اصحاب هذه التجارب لا يدعون قط انهم صنعوا حياة — لانهم يبدأون تجاربهم ببيوض الانثى الحية ثم يثيرون القوة الكامنة فيها بوسائلهم المختلفة

ومسألة اصل الحياة على الأرض من اغمض المسائل التي عرض لها الفكر البشري ، لذلك حاول بعض العلماء والفلاسفة رفع التبعة في حلّها عن عواتقهم بقولهم ان بزورها جاءت الى الارض من نواحي الفضاء . والاستاذ سفنته ارهينيوس الاسوجي اكبر علماء الكيمياء في عصره (توفي ١٩٢٧) ظل مقتنعاً بهذا المبدإ حتى أدركتهُ الوفاة . ولكن الموانع التي تحول دون الأخذ برأيهِ كثيرة لا نستطيع تخطيها . فالبرد الشديد في الفضاءِ الذي يتخلل الاجرام ، وميل بعض العناصر كالاكسجين الى الخروج من البزور الحية في اثناء اجتيازها للفضاءِ ، وطول المدة التي يتعين على هذه البزور قضاءها في اثناءِ اجتيازها لمسافات شاسعة لا يجتازها النور على سرعتهِ الاَّ في عشرات السنين وغير ذلك من الاعتراضات العلمية تحول دول التسليم بهذا القول . حتى اذا سلّمنا بأن جراثيم الحياة جاءتنا من عالم الآخر ظلّت مسألة « ما أصل الحياة » هي هي . لذلك يؤثر اكثر العلماء الاعتقاد بان أصل الحياة على الارض مع انهم يصرحون كما صرّح داروِن بانهم لا يدرون كيف تم ذلك

***

وقد ابتدع هريرا المكسيكي مدير المعهد البيولوجي المكسيكي تجربة غريبة في هذه الناحية اليك خلاصتها

انهُ يأخذ خمسين جزءًا من زيت الزيتون ويذيبها في ١٠٠ جزءٍ من الغازولين ثم يأخذ ١٤ جزءًا من القلي ويذيبها في مائة جزءٍ من الماء المقطَّر ثم يضيف الى هذا المحلول قليلاً من صبغ الانيلين الاسود حتى يستطيع ان يفرق بين المحلولين

ثم يضع المحلول الاول (زيت الزيتون والغازولين) في صحن ضحضاح من الخزف ويقيمهُ في مكانٍ هادىءٍ مستوٍ حتى يثبت لهُ انما فيهِ من الحركة غير ناتج عن فعل الجاذبية . ثم يتناول قطارة ويأخذ بها قطرات من المحلول الثاني الاسود (القلي والماء المقطر) ويزجُّها في المحلول الاول تحت سطحهِ . ثم يقدم لزائره عدسة مكبِّرة ويطلب اليهِ ان يراقب ما يحدث

وفي الحال تبدأ الحركات الغريبة في الظهور . وكأن القطرة السوداء اصبحت خلية حية فتبدأ ترتجف وتهتز بنفسها . بل تبدأ تختلج وتتنفس ثم تنقسم اقساماً كالحيوانات الدنيا . وهذه الاقسام الجديدة تأخذ في الحركة كأنها غير قانعة بالبقاء حيث هي . بل هي تطارد القطرات الاخرى آناً وتجتنبها آناً وتشتبك معها في معركة آناً آخر . بل هي تمدُّ في بعض الاحيان اذرعاً كأذرع الاميبا أو كأذرع السديم لمحاربة القطرات الأخرى

فهذه القطرات الغريبة تتصرف كالخلايا الحية . تراها تغتذي وتتولد اي تكبر حجما وتنقسم اقساماً تظهر فيها مميزات القطرة الاولى وتتحرك وتحارب كما تفعل الاميبا في بركة من الماءِ تقطنها الوف من اخواتها . على ان الاستاذ هربرا لا يدعي ان هذه القطرات حية بل يعلل حركاتها ببعض النواميس الطبيعية والكيمائية المعروفة وهي النواميس التي يجري بموجبها فعل « التصبين » اي تكوُّن الصابون من القلى والزيت

فحين تزجّ القطرة السوداء من محلول القلى والماءِ في محلول الزيت والغازولين يتكون حولها في الحال غشاءٌ صابونيٌّ شفاف . فلدينا اذاً قطرة من محلول اسود يحيط بها غشاء صابوني وكلاهما معلق في محلول تختلف مادتهُ عنهما اختلافاً بيناً

وهذا الغشاء الذي يحيط بالقطرة السوداء كالاغشيـة التي تحيط بالخلايا الحية ويعرف بجدارها وهو رقيق شفاف تخترقهُ جواهر السوائل فحالما يتكون حول نقطة القلى السوداء تأخذ الجواهر من المحلول الخارجي تحاول اختراق الغشاء الى داخـله وجواهر القطرة التي داخل الغشاء تحاول اختراقهُ حتى تخرج منهُ ويعرف هذا الفعل بالاسموسس Osmosis فتنشأ عن ذلك تيارات دقيقة من الخارج تحاول الدخول وتيارات من الداخل تحاول الخروج فينجم عن هذه الحركات تغيُّر مستمر متتابع في شكل القطرة وتركيبها لانها بدلاً من ان تكون محلولاً من القلى في الماء تدخل عليها قطرات من محلول آخر هو محلول الزيت في الغازولين وتتحد بها . ثم تبلغ القطرة درجة تصبح عندها ذرة من الصابون فتسكن بعد الثورة والحركة . والمدة التي تقتضيها قبل بلوغ هذه الدرجة رهن حرارة السائل التي تعلق فيهِ ، فاذا كانت حرارتهُ ٥٠ درجة بميزان فارنهيت كانت مدة « حياة » القطرة ثلاثة ارباع الساعة

ولا تكفي نواميس « الاسموسس » لتعليل حركات هذه الدقائق بل لا بدّ من تطبيق مبادئ الضغط السطحي وبعض النواميس الكهربائية التي تعرف بها مقدار الشحنات الكهربائية التي في الايونات . ولذلك يقترح الاستاذ فربرا تجربة واسعة النطاق تتناول هذا البحث وهي بناء بحيرة كبيرة يوضع فيها المحلول الاول (محلول الزيت في الغازولين) ثم ادخال قطرات كبيرة نوعاً من محلول القلى في الماء المقطَّر فيستطيع الباحثون ان يدرسوا حقيقة هذه الظاهرات درساً أوفى

وقد جرَّب تجارب اخرى بمواد آلية مثل التنين والالبومين والادهان على اختلافها فقلَّـد حركات البكتيريا والبروتوبلاسمة وميكروبات الستر بتوكوكس وما اليها من الاحياء الدنيا ووجد انهُ يبلغ اقصى نجاح في تجاربهِ اذا كان في المواد التي يستعملها شوائب من قبيل المواد الرملية

فاذا صحّ ما نحن على وشك ذكره في الفقرة التالية ، نقلاً على السينتفك اميركان ، وأيَّـده العلماءُ المشتغلون بهذه الناحية من العلوم الكيمائية والبيولوجية كانت اذاعتهُ مفتتح عهد جديد في علمي الكيمياء الحيوية والبيولوجية وخاتمة لبعض المعتقدات الفلسفية التي تتناول ماهية الحياة .

ذلك لانهُ ينطوي على نبإٍ صنع المادة الحية (البروتوبلاسمة) من مواد غير حيّة بفعل الكيمياء الشمسية او التركيب الضوئي

لم يعن الاستاذ هريرا في تجاربه السابقة الذكر بالتركيب الضوئي . ولكنهُ اتجه حديثاً الى درس هذا الموضوع . وقد كان الاستاذ ماينارد شبلي رئيس « العصبة العلمية الاميركية» متصلاً به كل الاتصال في السنوات الخمس الاخيرة فكتب الاستاذ هريرا الى صديقهِ الاميركي كتاباً مؤرخاً في ٢٢ اغسطس ١٩٣٠ قال فيهِ ان عنده من الادلة ما يمكنهُ من اذاعة نجاحهِ في صنع البروتوبلاسمة من مواد غير عضوية — او على الاقل صنع مادة لم يستطع ان يميزها عن البروتوبلاسمة . والأشكال الحيّة التي صنعها هي من نوع البكتيريا والفطر وخلايا « النسيج الموصل » وأخرى يبدو عليها كأنها من البروتوزى وهي ادنى الحيوانات رتبة

قد تكون هذه الاحياء اجساماً غير حية ولكنها شبيهة بالاجسام الحية شبهاً قويًّا فالدكتور هريرا واثق كل الثقة بأنهُ رأى المادة الحية المعقدة (البروتوبلاسمة) والتي تقوم الحياة عليها تتكون امام عينيهِ . ولكنهُ يحتاط فيما يذيعهُ فلا يدعي بأن هذه البروتوبلاسمة « كاملة التكوين وحية » ويكفينا القول في هذا الصدد ان هذا الباحث قد خطا خطوة كبيرة في الكيمياء الحيوية بصنع مادة لم يسهل عليهِ ان يميزها عن البروتوبلاسمة . والى القارىء بيان المباحث التي سبقت تجربتهُ هذه

***

ابان فون باير ان الخطوة الاولى في تركيب المادة العضوية من المواد غير العضوية في الاوراق الخضر هي عملية كيمائية فيها تتناول الورقة الخضراء جزيئاً من اكسيد الكربون الثاني من الهواء وتجردهُ من اكسجينهِ فيتحد بجزيء من الماء ويؤلف مادة « الفورملدهيد » وهي ابسط النشويات بناء . واما الاكسجين المنطلق فنفاية فقط في هذه العملية على ما ابانهُ بريستلي الانكليزي وانجنهوس قبل قرن كامل مع انهما لم ينفذا الى سرّ العملية التي تولدهُ

فانهما لاحظا انهُ لدى تعريض الكلوروفل (المادة الخضراء في اوراق النباتات) لضوء الشمس تطلق الاوراق عنصرَ الاكسجين . وفي سنة ١٨٦٥ ذهب « ساخس » استاذ النبات في جامعة فرزبرغ خطأً الى ان المادة العضوية الاولى التي تبنيها الورقة الخضراء هي النشاء وان بناء هذه المادة يكون على اقواهُ متى عرضت الاوراق الخضر للاشعة الحمر والصفر من ضوء الشمس . ثم اشارت المباحث التي تلت قول ساخس الى ان سكر القصب (ك ١٢ ايد ٢٢ ا ك ١١) هو المادة الاولى التي تبنى في الورقة الخضراء . وبعيد ذلك طلع فون باير — كان استاذاً للكيمياء العضوية في جامعة مونيخ ثم استاذاً لها في جامعة برلين — على العلماء بمذهبهِ المشار اليهِ سابقاً وهو ان مادة الفورملدهيد هي المادة العضوية الاولى التي تبنيها الورقة الخضراء . ولا يزال هذا القول مسلّماً بهِ عند العلماء مع انهُ لم يسلم من النقد على يد سبوهر H. A. Spoehr الاميركي الاستاذ في علم الكيمياء

الحيوية . على ان اشهر الباحثين في هذه الناحية من العلوم الكيماوية والحيوية كمور وبرتلو وبايلي ووبستر وهيلبرون وباركر يسلمون بمذهب فون باير

فقد فسر فون باير تكوُّن النشويات (كالنشاء والسكر والسلولوس) بتكوُّن الفورملدهيد اولاً . فاكسيد الكربون الثاني اذا اضيف الى الماء بواسطة ضوء الشمس وفعل الكلوروفل اتحدا وتكونت من اتحادها مادة الفورملدهيد . وتقتصر العملية على وجود ثلاثة عناصر فقط هي الكربون والاكسجين والايدروجين . ولكن مادة الفورملدهيد تمتاز بمقدرتها على تكبير جزيئاتها باضافة ذرّات هذه العناصر بعضها الى بعض بفعل الضوء والكلوروفِل فتتحول من فورملدهيد بسيط الى سكر عنب . وسكر القصب يركّب من سكّر العنب (الغلوكوس) وسكر الفاكهة (الفركتوس) بازالة جزء ماءٍ . ويصنع النشاء من سكر العنب مباشرة بالتكثيف

***

هذا ما يقال في تركيب النشويات المختلفة . ولكن ماذا يقال في البروتوبلاسمة ، اي المادة الحية التي يدعي الدكتور هريرا انهُ ركبها على مثال تركيب السكر والنشاء في الورقة الخضراء اي بفعل التركيب الضوئي Photosynthesis ؟ ان بناء المادة الحية ، على ما يفهمهُ الفسيولوجي ، يقوم بتركيب المواد البروتينية (الزلالية) والدهنية والنشوية في الخلايا من مواد تعرف «بالمواد المجزّأة» Split-Products . اما المواد البروتينية فهي أعقدها بناءً وأساسها في الغالب عنصر النتروجين . وهي سريعة التجزء الى مواد تعرف بالحوامض الامينية Amino-acids التي تجمع في خواصها بين خواص الاحماض والقلويات . والمواد البروتينية المختلفة التي في اعضاء الجسم تتركب باتحاد هذه الاحماض الامينية على مناويل متباينة . وفي ١٨٨٣ تمكن كرتيوس من تركيب مادة تصرفت تصرفاً كيماويًّا تمتاز بهِ المواد البروتينية

فهذه المواد هي اساس بناء البروتوبلاسمة وتتركب من عناصر النتروجين والايدروجين والكربون والاكسجين . وبعضها يحتوي على الفصفور والكبريت . فاذا نقعت في الماء تولّد محلول لزج يُعرَف لدى الكيماوي بالمحلول الغروي يسهل تحويله الى هلام جامد . فالبروتوبلاسمة في عرف الفسيولوجي والكيماوي الحيوي هو مزيج من المحلول الغروي والهلام الجامد والمواد الاخرى النشوية والدهنية . والظاهر ان الدكتور هريرا صنع هذه المادة او ما هو شديد القرب اليها من بعض المواد غير العضوية بفعل التركيب الضوئي

وبعد ما فاز كرتيوس ببناء المواد البروتينية في معمله ، ابان الكيماوي المشهور اميل فشر انهُ في امكان الكيماوي ان يحل بروتين النبات وبروتين الحيوان الى حوامض امينية . ثم استنبط وسائل لتركيب مواد معقدة من هذه الحوامض وهي شبيهة بالببتون الذي يتولد من فعل الحوامض الهضمية بالمواد البروتينية في المعدة . هذه المواد التي بناها فشر تحسب مرحلة من

المراحل التي تجتازها المواد البروتينية المعقدة في اثناء تركيبها من الحوامض الامينية . والمواد البروتينية من اهم المواد التي تتركب منها البروتوبلاسمة

ومع براعة فشر وابداعه لم يتمكن من صنع البروتوبلاسمة ولا النشاء ولا السلولوس . وجلّ ما وصل اليه هو صنع هذه الاجسام المعروفة باسم «پوليپتيد» . ولكن ضوء الشمس يفعل ما لا يستطيعهُ الكيماوي في معمله . فأمواج الضوء تفعل بطريقة خفية في المواد فتتولد فيها الطاقة الكيمائية اللازمة لهذا التركيب الحيوي

ثم اثبت الدكتور بنيامين مور اثباتاً قاطعاً إن محلولاً مخففاً من النترات اذا عُرّض لضوء الشمس أو لضوء صناعي غني بالاشعة قصيرة الامواج تحوّل من نترات الى نيتريت . فهذا التفاعل شبيه بتكون الفورمالدهيد الذي ينطوي على امتصاص قدر من طاقة ضوء الشمس وتحويلها الى طاقة كيمائية وهو يستدعي امتصاص طاقة كيمائية كالطاقة التي تمتصها الاوراق الخضر اذ تُركّب المواد العضوية فيها . وقد اثبت مور ان ماء المطر الراكد مدة طويلة لا يحتوي على مواد «نيتريتية» (لانها تكون قد تحولت الى نيترات بفعل التأكسد) . فاذا عرّض هذا الماء لنور الشمس أو للاشعة التي فوق البنفسجي بضع ساعات عادت المواد النيتريتية فظهرت فيه . وهذه المواد تحتوي على قدر من الطاقة الكيمائية أكبر من القدر الذي تحتوي عليه المواد «النتراتية» وتفاعلها مع الكائنات الحيّة اسهل من تفاعل النترات

وقد فاز بايلي وهيلبرن وهدصن في تركيب مواد نيتروجينية معقدة التركيب من مواد غير عضوية بفعل الاشعة التي فوق البنفسجي . وكان بودش Baudisch قد جاء ببعض الادلة سنة (١٩١١) على تكوُّن الحوامض الامينية نتيجة لفعل الاشعة التي فوق البنفسجي بمحلول نيتريت البوتاسيوم بحضور اكسيد الكربون الثاني مستعملاً «كلوريد الحديد» وسيطاً لاسراع التفاعل . وابان كذلك ان محلولاً من نيتريت البوتاسيوم والفورمالدهيد اذا عرّض للاشعة التي فوق البنفسجي تكوّنت فيه مادة غروية تشبه النيكوتين . وقد اعاد بايلي وهيلبرن وهدصن تجارب بودش فاسفرت عن النتائج ذاتها واضافوا الى ذلك انهم ركبوا من مواد غير عضوية مواد عضوية معقدة التركيب مختلفة الصفات احدها «نيتريت» طيّار والآخر جامد درجة انصهاره واطئة وكلاهما اذا عولجا بالحوامض تركبت منهما املاح واذا امتحنا ثبت انهما يتصرفان تصرف المواد الغروية

***

ومعلوم لدى جمهور المطلعين على مبادىء الكيمياء ان مئات من المواد العضوية قد ركبت في المعامل الصناعية بعد ما فاز وهلر سنة ١٨٢٨ بتركيب اول مادة عضوية تركيباً صناعيًّا مقيماً الدليل على اننا لا نحتاج الى فرض قوة حيوية في بناء كل مادة عضوية . ولكن بناء المادة الحية في المعمل لا يقوم على تصفيف الذرات او الجزيئات كما تصفّف في بناء المواد العضوية كبعض الاصباغ مثلاً ،

بل قوامهُ فعل الطاقة الشاعة بالمادة الموافقة على ما اثبتهُ مختلف الباحثين في هذا الميدان . وقد ثبت كذلك ان الاشعة من تحت الاحمر الى فوق البنفسجي لها بعض الفعل البيولوجي ولكن الاشعة التي فوق البنفسجي هي الاشعة البيولوجية الصميمة،وان الاشعة التي تحت الاحمر لها فعل خاص في تمثيل الغذاء في النباتات والحيوانات

فقد ثبت مثلاً ان فعل الاشعةالتي فوق البنفسجي يوازي فعل الحرارة العالية جداً في المعامل لذلك يتاح للنباتات ان تبني بهذه الاشعة مركبات لا يستطاع بناؤها في المعمل الا باستعمال درجات عالية جداً من الحرارة . وقد بحث المسيو دانيال برتلو الفرنسي مباحث نفيسة جداً في اثر هذه الاشعة في مواد مختلفة . وعني بعض العلماءِ في انكلترا « بالتركيب الحراري » أي بتركيب المواد العضوية بطريقة تنطوي على امتصاص الحرارة من مصباح كهربائي خاص فنجحوا في صنع المواد الزلالية من اكسيد الكربون الثاني وبخار المادة . ونجح برتلو الفرنسي في تركيب مادة كيمائية مركبة هكذا « ك أ ك (ك ن) » . واذا عرضت الغازات البسيطة كغاز الحامض الكربونيك والامونيا للاشعة السريعة التذبذب تكوَّنت منها مادة « الفورملدهيد » . فهذه المباحث كلها تفضي بنا الى تركيب البروتينيات والنشويات وهي اساس المادة الحية

والآن يطلع علينا الدكتور هريرا بنبإٍ نجاحه في السير بهذه المباحث خطوة اخرى وهي بناء البروتوبلاسمة نفسها . وقد يعترض بان المادة التي ركبها هريرا ليست مادة البروتوبلاسمة . فما هي اذاً ؟ كل كيماويّ يستطيع ان يعيد التجربة ويفحص المادة التي تتكوَّن

خذ لوحاً من الزجاج مرطباً بمادة الفورملدهيد وغطِّ بهِ وعاءً زجاجيًّا يحتوي على عشرين سنتمتراً مكعباً من سلفور الامونيا مذابة في ٥ ./. من الماء وضع الوعاءَ في ضوءِ الشمس القويّ من الساعة الثامنة صباحاً الى الساعة السادسة مساءً . ولدى فحص هذا المحلول بالمكرسكوب تبدو فيهِ مواد نباتية وخلايا بعضها خلايا ذات نواتين (ومنها ما يكون ازرق) وكائنات شبيهة بالمكروبات والخمائر والاميبا وبكلمة كل الكائنات العجيبة التي تمتاز بها المركبات البروتوبلاسمية . فالفورملدهيد يرسب كبريتور الكبريت (هكذا نقلا عن السينتفك اميركان) في حالة مجزأة تجزيئاً دقيقاً . وهريرا يميل الى الاعتقاد « ان الكبريت لا السلكون ولا الحديد ولا الحوامض الامينية هو اساس الحياة » او على الاقل هذا هو الاثر الذي تركتهُ في ذهنهِ التجارب التي قام بها

هل نستطيع مشاهدة النشوء

يتلخص مذهب النشوءِ والارتقاءِ في ان الحيوانات والنباتات تتحوّل وتتطوّر فينشأ من تحوّلها وتطوّرها انواع جديدة من الحيوان والنبات . حدث ذلك في العصور الماضية ولا يزال يحدث الآن . فهو مذهب يتناول مسائل واقعة كجري جدول او نموّ شجرة لا اموراً من وراءِ العقل والطبيعة . فالنشوء العضوي اذاً فعل فسيولوجي كعمل الهضم . وهو فعل لا يحدُّهُ زمن من الازمنة كان يجري في الماضي وهو جارٍ الآن وينتظر ان يظلّ جارياً الى ماشاء الله . فاذا كان في امكانك ايها القارىء ان تعيش زمناً طويلاً اتيح لك ان ترى الاحياءَ تبدأ حياتها بسيطة التركيب قليلة الانواع فتتغير اشكالها وتتحول صفاتها على مرّ الزمن حتى تصير مقعدة التركيب كثيرة الانواع — اي انك تستطيع ان تشاهد الاميبا وهي ابسط الحيوانات وادناها في سلّم النشوء تتحول الى احياء اخرى اثبت شكلاً واعقد تركيباً . وان تشاهد الهباريون يصبح فرساً . وحيوانًا شبيهاً بالقرد يصير انساناً

ولكن ما من احد يطمع في ان يعمّر حتى تتاح لهُ مشاهدة هذه الاشياء . لان فعل التطور بطيء كلّ البطءِ . وما يحدث منهُ في مدى حياة رجل او حياة عدة رجال متتابعين سوى نزرٍ يسير . على ان الباحثين والعلماء تمكنوا من ان يكشفوا عن افعال طبيعية بطيئة وان يقيسوها فكلٌّ من قطبي الارض يدور في دائرة صغيرة من الفضاء دورةً بطيئةً تستغرق خمساً وعشرين سنة حتى يتمها مرّة . ولكن العلماءَ كشفوا عن هذه الحقيقة وقاسوا سرعة هذا الدوران . والنجوم الثوابت ليست ثابتة حقًّا فاذا نُظر اليها في مجموعها وجد انّ تغييراً طفيفاً يحدث في مواقعها فلا يستطاع الكشف عنهُ لدقتهِ الاّ في قرن او قرنين . ولكن علماءَ الهيئة كشفوا عن ذلك وقاسوهُ وهناك عناصر تعرف بالعناصر المشعّة تنحلّ بانطلاق دقائق منها بعضها في شكل امواج فاذا انقضى عليها الوف من السنين وهي تنحلّ كذلك تحوّلت من عنصر الى عنصر آخر . فالراديوم يصبح بعد انحلالهِ على هـذا المنوال رصاصاً ولكن تحولهُ على هذا النمط يستغرق الوف الالوف من السنين . ومع ذلك تمكن علماء الطبيعة من الكشف عن حقيقة هـذا الانحلال والتحوّل وقاسوا سرعتهما قياساً دقيقاً

فاذا كان العلماء قد تمكنوا من قياس هذه الافعال الطبيعة البطيئة جدّ البطءِ افلا يستطيعون ان يشهدوا افعال النشوءِ والارتقاءِ ويقيسوا سرعتها . أولا يستطيعون ان يشهدوا التغير الذي يطرأ على جسم من الاجسام او نوع من الانواع فيجعله أعقد تركيباً واعلى مقاماً في سلّم النشوء ويفضي بهِ الى توليد انواع جديدة ؟

اننا لا نستطيع ان نشهد مباشرة نموَّ شجرة من الاشجار ولكننا اذا صوَّرنا نبتة صغيرة صورةً شمسية مرة كل اثنتي عشرة ساعة مثلاً مدى شهر ثم عرضنا هذه الصور بالتتابع كما يعرض فلم من الصور المتحركة استطعنا ان نشهد الشجرة تنمو وعرفنا كيف يكون نموها ، أفلا نستطيع ان نحصل على صورة من هذا القبيل لفعل من افعال النشوءِ ؟

العمل محفوف بالمصاعب . ففعل النشوءِ بطبيعتهِ فعل معقَّد لان نشوء الانواع قد يحدث في نواحٍ مختلفة من تركيب الاحياء ووظائف اعضائها . وبعض الانواع قد ينحط حتى ينقرض والبعض الآخر قد ينمو اكثر تعقيداً ويتطور في صفاتهِ ومميزاتهِ حتى يلائم الاحوال المتغيرة التي تحيط بهِ . وهناك طائفة اخرى قلما تظهر عليها آثار التغيير على الاطلاق . لذلك لا يمكن ان يكون فعل النشوءِ فعلاً مطرداً لان غايتهُ تكثير الانواع لا تقليلها وتعقيد التركيب لا تبسيطهُ . فما هي اوصاف التغيرات التي ننتظر مشاهدتها في اثناءِ حياة انسان اذا اتيح لنا ان نشهد فعل النشوءِ ونتائجهُ في بعض الاحياءِ

علينا اولاً ان نتناول في بحثنا حيًّا من الاحياء التي تتصف بسرعة التناسل حتى يتاح لنا ان نرقب أثر النشوءِ في اجيال كثيرة متعاقبة من نسلها . وهذه الاحياءُ كثيرة ومنها ما ينتج جيلاً جديداً كل يوم او كل بضعة أيام . وعلينا كذلك ان نتخذ اساساً لدرسنا فرداً من النوع الذي يقع عليهِ اختيارنا وان نتناول كل نسله بالمراقبة والتحليل . فبحسب مذهب النشوءِ لا بدَّ من وقوع شيء من التغيير جيلاً بعد جيل واكثر وجوه التغير التي تشاهد يكون سحابة صيف وتنقشع،قد يظهر في جيل ولا يظهر في الذي يليهِ ولكن منهُ ما يبقى لهُ أثر في الاجيال التالية اي انهُ يورَّث . وهكذا نرى ان نسل الفرد الذي حصرنا درسنا فيهِ قد أخذ يتغير بظهور صفات تنتقل من جيل الى جيل بالوراثة فتظهر افراد جديدة تختلف عن الفرد الاصلي ويختلف بعضها عن بعض. والنوع الواحد منها يمهد الطريق كذلك لظهور انواع جديدة يختلف أحدها عن الآخر اختلافاً وراثيًّا

***

ولا يحق لنا ان ننتظر ان يكون هذا التغير كبيراً في مدى حياة رجل او عدة رجال متتابعين . فالزمن الجيولوجي طويل وعمل النشوءِ بطيءٌ بطيءٌ . ومذهب النشوءِ نفسهُ لا يقضي بوجوب نشوءِ انواع جديدة يختلف احدها عن الآخر اختلافاً بيناً في زمن قصير كحياة الانسان . وما يطلبهُ عامة المثقفين من مشاهدة قطة او نسل قطة يتحول الى نوع من الكلاب ، او حيواناً رخواً كالاميبا يصير حيواناً فقاريًّا ، لا يتفق مع الاركان التي يقوم عليها مذهب النشوءِ . اننا لا ننتظر أن نرى نوعاً جديداً من الأحياء مستقلاً بصفاتهِ ومميزاتهِ قد خلق واستتم تكوينه

في مدى حياة احد منّا . وكل ما يقضي بهِ مذهب النشوء هو ظهور تغيرات وراثية طفيفة حتى اذا تكاثرت وتجمعت نشأ من نوع واحد من الاحياء انواع كثيرة يختلف احدها عن الآخر اختلافاً وراثيًّا طفيفاً وهكذا

فهل نستطيع ان نشاهد هـذه التغيرات التي يقضي بها مذهب النشوء ؟ لقد بحث الباحثون في طائفة من الحيوانات سريعة التناسل مباحث تقوم على هذه الاركان . والى القارىء خلاصة التجارب التي قام بها الاستاذ جننغز استاذ علم الحيوان في جامعة جونز هبكنز الاميركية

﴿ التجارب في الاميبا ﴾ من الاقوال التي تتناقلها عامة المتعلمين ان الاميبا هي الحيوان الاصلي الذي تسلسلت منهُ جميع الحيوانات . فلنفحص الاميبا إذاً لنرى هل هي لا تزال تتحول وتتغير فينشأ منها بتحولهـا وتغيرها اصناف جديدة . بعض انواع الاميبا رخو لاغطاء يغطيهِ وليس لهُ قوام او شكل خاص ولذلك يتعذر او يستحيل ان نشاهد فيهِ بعض التغيرات الوراثية التي تطرأ عليهِ . وبعض انواعها الاخرى لهُ صدف يحيط بجسمهِ الرخو ليحفظهُ من الطوارىء وفيهِ يسهل البحث عن التغيرات الوراثية ومراقبتها . ومع ان انواع الاميبا الصدفية تشبه الاميبا الرخوة في اكثر صفاتها الاَّ ان كلا منها يطلق عليهِ اسم خاص . والنوع الخاص الذي انتخب لهذه التجارب يعرف « بالدفلوجيا كورونا » وهو حييوين مكرسكوبيٌّ قطره نحو ١ من ١٥٠ جزءًا من البوصة يتكاثر من غير تناسل اي ان كلَّ فرد ينشطر الى شطرين ثم ينمو كل من هذين الشطرين نموًّا طبيعيًّا كاملاً فاذا بلغ درجة معينة انشطر هو بدوره الى شطرين فكل فرد من هـذا النوع اذاً لهُ والد واحد لا والدان كما هي الحال في الحيوانات التي تتناسل . وهو سريع التكاثر يظهر نسل جديد منهُ كل يومين الى اربعة أيام . ففي اثناءِ سنة واحدة يستطيع الباحث ان يراقب اجيالاً كثيرة متعاقبة من نسلهِ . فهل تبقى هـذه الاجيال الكثيرة وافرادها متماثلة في صفاتها الوراثية ؟ اوهل تتغير وتختلف كما يقضي مذهب النشوء

***

اخذ الاستاذ جننغز أميبا واحدة من هذا النوع وتركها تتكاثر على طريقتها حتى صار لها الوف من الابناء والاحفاد وراقبها في اثناءِ ذلك . ففي افراد الاجيال الاولى لم يكن في الامكان الكشف عن تغيرات وراثيـة . نعم كان الخلف يختلف عن السلف في صفات معينة ولكن هذه الصفات لم تكن تورَّث للجيل الذي يليهِ . على انهُ لما تعاقبت الانسال وكثرت وزاد عدد افرادها رأى ان بعض هـذه التغيرات تتجمع وتصبح وراثية . ففي بعض الافراد كان يرى شوك صدفها اطول منهُ في اسلافها وفي بعضها اقصر منهُ في اسلافها . كذلك بدأ يرى اختلافات كثيرة في الحجم والشكل وهذه الاختلافات كانت تورَّث للاجيال التالية . ولما انقضى الوقت الكافي وجد ان الحييوين

الاول الذي بدأ تجاربهُ بهِ قد اخلف انواعاً مختلفة هي اشبه شيءٍ بفروع شجرة نشأت كلها من جذع واحد. وهي كثيرة يختلف احدها عن الآخر اختلافاً وراثيًّا وكل فرع او نوع يشتمل على عدد كبير من الافراد وتظهر في كل منها الصفات الخاصة بالنوع الذي تنتمي اليهِ

فما يقضي بهِ مذهب النشوءِ ينطبق كل الانطباق على حيوان «الدفلوجيا كورونا» واذا ظهور هذه الصفات والاختلافات الوراثية وتنوُّع النسل هو النشوء او التطوُّر فالعلماءُ قد شهدوا النشوء في كان اثناء حدوثهِ. وقد تناول الباحثون حيوانات اخرى من قبيل الدفلوجيا فاسفرت مباحثهم كلها عن مطابقتها لمقتضيات مذهب النشوءِ. اي ان الحيوانات التي درست لم تبق على ما هي من غير ان يطرأ عليها تغيير ما. ومع انَّ عمل النشوء عمل بطيءٌ كلَّ البطءِ تمكن هؤلاءِ الباحثون من أن يروا الانواع الجديدة التي تختلف وراثيًّا بعضها عن بعض تنشأ وتتكاثر من اصل عام واحد وهذه هي خلاصة مذهب النشوءِ

﴿في الاحياء العليا﴾ على ان مراقبة هذا التحوُّل والتغيُّر في الحيوانات العليا والنباتات العليا صعب كلَّ الصعوبة. بل يكاد يكون متعذراً. اولاً لان التناسل بطيءٌ فيها فالانسان لا يستطيع ان يشاهد في اثناءِ حياتهِ سوى بضعة اجيال من الحيوان الذي خصهُ بالبحث والامتحان. ثم هنالك عقبة اخرى وهي ان التناسل في الحيوانات العليا عمل يشترك فيهِ اثنان والدٌ ووالدة. والوالد يختلف دائماً عن الوالدة في بنيتهِ وصفاتهِ الوراثية فينشأ الولد جامعاً في كيانهِ مزيجاً للصفات الوراثية التي يمتاز بها اصلان مختلفان كل الاختلاف. فتعيين كلّ انجامٍ جديد في صفات الابن يحتم مقابلتهُ على الصفات التي ورثها من امهِ او من أبيهِ وهذه متعذر تعيينها أو هو غاية في الصعوبة

على ان العلماءَ الذين يقفون حياتهم وقوتهم على البحث عن الحقيقة لا يحجمون امام العقبات. لذلك اكبوا سنين طوالاً على درس الصفات الوارثية في طائفة من الحيوانات العليا ثم راقبوا نسلها مراقبة دقيقة حتى يروا ما يستجدُّ فيها من الصفات التي تورَّث للاجيال التي تليها. وقد عني احدهم — الاستاذ مورغن وتلاميذهُ — بدرس حشرةٍ تعرف بذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) وبلغ درسهم درجة من الدقة مكنهم من تدوين مئات من الصفات الوراثية الدقيقة. وفي التجارب التي جربوها نشأ من «الدروسوفيلا» مئات من الانواع الجديدة التي تختلف عن النوع الاصلي اختلافاً وراثيًّا والصفات الوراثية الجديدة في بعض هــذه الانواع ظاهرة كلَّ الظهور كنشوءِ نوع جديد ابيض العيون من نوع احمر العيون او حين يخلف نوعٌ طويل الاجنحة نوعاً قصيرها او عديمها. والعلماءُ الذين راقبوا هذه التغيرات الظاهرة اولاً ظلوا مدة يذهبون الى ان كل تغيُّر نشوئي جديد يحدث فجأة. ولكنهم لما تبطنوا موضوع بحثهم وعرفوا مخارجهُ ومداخلهُ وجدوا ان هنالك تغيرات طفيفة لا تكاد ترى لدقتها تتوسط الانتقال من صفةٍ الى صفةٍ اخرى تختلف عنها. فقد وجدوا مثلاً ان بين العيون الحمر والعيون البيض ظهرت عشرات من العيون المتعاقبة تتباين طيوف الوانها

بين الاحمر والابيض . ومن قبيل العيون وجدوا تغيرات فسيولوجية كثيرة لم يستطيعوا تبينها الا بعد جهد كبير بذل في البحث . وكذلك ثبت لهم ان التحوّل الوراثي المتدرج تطرق الى جميع اعضاء الحيوان . فنشأ من نوع الدروسوفيلا الاصلي مئات من الانواع المختلفة . وقد كشف حديثاً الاستاذ ملر الاميركي انهُ اذا استعمل اشعة اكس استعجل ظهور هذه التحولات التي تحسب اساساً للارتقاء العضوي في الاحياء

لا يزال العلماء يجهلون الاسباب التي تبعث على هذه التحولات واساليب حدوثها . على ان الجهل بهذه الامور يجب ان لا يقف حائلاً دون الاعتراف بحقيقة النشوء — بحقيقة التغير الذي يحدث في اعضاء الاحياء وصفاتها . ولنذكر ان امامنا مذهبين متناقضين . الاول يقول ان بناء الاجسام ثابت لا يتغير وانَّ الاحياء ولدت كما هي لم تتغير ولن تتغير . واصحاب المذهب الآخر — مذهب النشوء والتطور — يقولون ان بنية الاحياء تتغير تغيراً وراثياً على مرّ الاجيال والعصور . وان من نوع واحد تنشأ انواع عديدة مختلفة بفعل التحول الوراثي في الافراد . وقد ايدت المباحث الدقيقة التي قام بها العلماء في الحيوانات التي في اسفل سلم النشوء هذا المذهب . اذ قد ثبت لهم ان هذه الحيوانات تتغير فعلاً وتنشأ منها انواع جديدة تختلف احدها عن الآخر . فالحقائق التي اثبتها الباحثون تؤيد مذهب النشوء والتطور وتدحض المذهب المناقض لهُ

التطوُّر وارتقاء الاحياء

يظهر ان طائفة كبيرة من المتعلمين تعتقد ان النشوء البيولوجي مرادف للتغيُّر مهما يكن هذا التغير بعيداً عن الانتظام والاتساق . ولكننا اذا نظرنا الى « النشوء » كما هو الآن ، سواء كان نشوء الأنواع من انواع سبقتها أو تسلسل العروق من عروقٍ تقدمتها ، او نشوء الفردِ انساناً اوحيواناً من بيضة ملقحةٍ وتحوله الى كائن كامل الاعضاء ، وجدنا ان الصفة التي يمتاز بها هذا النشوء هي الانتظام . فكل خطوة في كلّ تطوّر هي خطوة منتظمة ، لا يفهم خطرها الا كنتيجة لما تقدمها وتوطئة لما يليها . ومتى التفتنا من نشوء الانواع الخاصة الى نشوءِ الحياة كلّها واجهنا السؤال التالي : اذا سلّمنا بان خطوات النشوء تتبع احداها الاخرى اتباعاً منتظماً هل نستطيع ان نتبيّن اتجاهاً واحداً و بضعة اتجاهات عامة يسير فيها نشوء الحياة ؟ وأخيراً اذا وجدنا ان النشوء يسير في اتجاه واحد او بضعة اتجاهات ، أنستطيع ان نقول بأن السيْر في هذه الاتجاهات هو سير الى الأمام ؟ أي هل في النشوءِ ارتقاء ؟

﴿ اتجاه النشوء ﴾ اما الجواب عن الشق الاول من السؤال الاخير فهو بالايجاب . فسير الحياة عبْر مهاوي الزمان يتبع بضع اتجاهات عامة معينة . ونستطيع تأييد هذا القول بتتبع تاريخ الحيوانات في العصور الجولوجية بواسطة بقاياها المستحجرة ، وبالوقوف على تاريخ الجنس من مراقبة خلاصتهِ في تاريخ الفرد . كذلك نستطيع ان نوازن بين الحيوانات المختلفة موازنة تمكننا من استنتاج تاريخ الحيوان الذي تحت النظر وعلاقاتهِ بالحيوانات القريبة منهُ . ومتى جمعنا بين الادلة المستمدة من مختلف ميادين البحث تمكنا من الوصول الى استنتاجات عامة معينة لا شكَّ فيها ولا ابهام

ففي المكان الأول نجد ان حجم الحيوانات بوجهٍ عام كان يزداد في اثناء تطورها . فلا يعرف من الحيوانات اللبونة (الثدييات) الاولى حيوان واحداً كبر من كلب . والحيوانات اللبونة التي من حجم الحصان او فرس البحر لم يكن لها وجود حينئذٍ . وما يصحُّ على الثدييات يصحُّ على الزحافات اما الزحافات الضخمة تظهر الا في العصور الجيولوجية المتأخرة بالقياس الى عمر الحياة على الارض . ومما لا ريب فيهِ ان الكائنات الحية الاولى كانت مكرسكوبية . فاذا قابلت حيواناً من أصغر الثدييات « باميبا » وجدتهُ يفوقها مليون مليون ضعف حجماً

ولكن زيادة كفاءة الكائن الحي أبعد اثراً في نشوئه من زيادة الحجم . وزيادة الكفاءة وتعدُّد وجوهها من الأمور التي تتضح للباحث في نشوء الكائنات الحية . فما من حيوان من الحيوانات القديمة كان سريع الانتقال او حاد السمع او قويّ البصر . لم يكن بينها مَن في جسمهِ قلب او جهاز دموي او دماغ او اعصاب او اطراف او رأس بالمعنى الخاص . حتى اذا أخذت الحيوانات

الفقارية وجدت ان اول الفقاريات كان رخواً لا يستطيع ان يحمل جسمهُ على اطرافهِ . او احصر بحثك في فصيلة الحصان تجد ان أقدم اعضاءِ هذه الفصيلة لم يكن يستطيع ان يسرع سرعة الخيل التي تتبارى في ميادين السباق الآن . كذلك اذا اخذت اضراس الخيل الاولى وجدتها لا تستطيع طحناً ومضغاً كأضراس خيل اليوم . واذا التفتَّ الى الدماغ وجدت ان أدمغة الثدييات الأولى المتغلغلة في القدم كانت لا تتجاوز نصف حجم الادمغة التي تقابلها الآن في اجسام تماثلها حجماً ووزناً . انَّ زيادة الاتقان والكفاءة في كل عضو من اعضاء الجسم انما هو تحسين في ادوات الحياة، وكل نموٍ في الدماغ انما هو تقدُّم في كيفية استعمال هذه الادوات

اذا فحصنا التاريخ الجيولوجي لاي طائفة من الحيوانات كالثدييات او الزحافات ، التي نستطيع الاطلاع على تاريخها ، لسهولة تناولهِ في مجموعة آثارها المستحجرة في دور الآثار ، وجدنا ان زيادة الكفاءة تمت في نواحٍ مختلفة . وزيادة الكفاءة تعني اتقان عملٍ معيّن كاتقان طريقة معينة للارتزاق او للتناسل او وضع الصغار في حرز حريز لدى الولادة . لنأخذ الثدييات الاولى في العهد الثانوي Secondary نجد أنها كانت حيوانات برية صغيرة وكانت اطرافها الامامية والخلفية متشابهة جميعها لا يختلف بعضها عن بعض . وكانت الاسنان شبيهة باسنان القنافذ وأدمغتها صغيرة . فلما اقبل العصر الثلاثي Tertiary نشأ من الثدييات المذكورة انواع جديدة منها كالدلفين (الدُّخَس) والحوت (البال) — فأخذا يعيشان في الماءِ . وغيرها -- كالحصان والايل — نشأا على الغذاء النباتي وسرعة الجري — وغيرها كالاسد والنمر والذئب اتصفت باكل لحوم الحيوانات التي تقنص بالسرعة والقوة والدهاء — وغيرها كالخفّاش جعل ميدانهُ الهواء فعاش بهِ كبعض الطير . ومنها الفيل الذي يعيش لضخامة جثتهِ وقوة انيابهِ والخلد الذي يعيش لاختصاصهِ بالقدرة على حفر نفق لهُ في الارض والكسلان لبراعتهِ في المعيشة الشجرية والمدرَّع لمتانة دروعهِ الواقية

﴿ التخصص البيولوجي ﴾ فكلٌّ من هذه الحيوانات يمثل لنا نهاية النشوء في نوع معين من الانواع الثديية في اتقان عمل من الاعمال او عضو من الاعضاء . ولكن كل اتقان يفوز بهِ النوع في تطورهِ يتم على حساب وجوه اخرى من الاتقان يستطاع القيام بها . فالاصل الذي تفرعت منهُ هذه الفروع كان اوليًّا قابلاً للتغير والتحوُّل في نواحٍ مختلفة . ولكن البال لما اصبح حيواناً مائيًّا بارعاً في العوم والسباحة والغوص فَقَدَ امكان تحولهِ الى حيوان يستطيع الجري او الطيران. والحصان الذي تطوّر حتى صار سريع الجري بواسطة قوائم طويلة ليس في طرف كل منها الاَّ ابهام واحدة ، فقدَ كل ما يمكنهُ من احراز يدٍ يقبض بها على الاشياء او قدماً ذات براثن يقتنص بها فريستهُ . وحجم الفيل يمنعهُ من خفة الحركة . والخلد على براعتهِ في حفر الارض لا يستطيع ولن يستطيع تسلق الاشجار . وافضل وصف نطلقهُ على وجوه تحسين واتقان من هذا القبيل هو وصف «التخصص» . والتخصص البيولوجي يسير دائماً في جهة واحدة ويتمُّ على حساب التحسين

في نواح اخرى . يضاف الى ذلك ان التخصص في تحسين عضو من اعضاء الجسم كقدم أو عين او سنٍ او اتقان عمله ، لا بدَّ ان يبلغ حدًّا يقف عنده . فالفيل بلغ في حجمهِ حدًّا لا يحسن بحيوان ارضي ان يتعداه . وسرعة الخيل والايائل بلغت تقريباً حدَّ السرعة التي يستطيعها حيوان لهُ اربع قوائم ، وحدة البصر لا بدَّ ان تبلغ يوماً ما حدًّا معيناً لان هذه الحدة تزداد كلما صغرت الخلايا في شبكية العين ولصغر الخلايا حدٌّ لا يمكن ان تتعداه وتبقى خلايا

فالتخصص البيولوجي يمكن الكائنات من زيادة كفاءتها في نواح كثيرة ولكنهُ سيف ذو حدين . فحيث يفتح الباب على تحسين معين يقفلهُ في الوقت نفسهِ على تحسينات اخرى . حتى الباب الذي يفتحهُ لا بدَّ ان يفضي في نهاية الأمر الى ممرّ لا منفذ لهُ اذ يبلغ التحسين درجة لا يمكن ان يتعداها

ونستطيع أن ندرك أثر هذا الفعل البيولوجي اذا مثّلنا عليهِ بشيءٍ من حياة الطفيلية . فاذا أخذنا نوعاً من الطفيلية الباطنية كالدودة الشريطية أو أحد طفيلية الملاريا وجدنا ان كلاًّ من هذين الكائنين لا يحتاج الى هضم طعامهِ او انتقالهِ من مكان الى آخر او الكشف عن اعدائهِ . كذلك نجد ان أكثر الطفيلية الباطنية لا فم لها ولا جهاز للهضم ولا أعضاء للانتقال (او هي ضعيفة جدًّا فكأنها والعدم سيّان) ولا اعضاء للحس الدقيق . ولكن الطفيلية يجب ان تكون أزاء ما تقدَّم قادرة على مقاومة فعل العصارات الهضمية او المواد الأخرى التي تكون عادة في دم الحيوانات وغرضها الدفاع عن جسمها

ويجب علاوة على كل هذا ان يكون لها وسيلة تمكنها من الانتقال من ثوي host الى آخر . فالطفيلية فيما يتعلق بالتكاثر اكثر تعقيداً من الحيوانات الشجرية (التي تعيش فوق الاشجار) . ان الدودة الشريطية الخاصة بالكلب لا تنتقل الى كلب قبل دخولها جسم ارنب حيث تتطور تطوراً خاصًّا ثم يأكلها الكلب فتدخل جسمهُ

تعودنا ان نشير الى الطفيلية بقولنا انها « انواع منحطة » من الاحياء لاننا نلحظ في أجسامها فقد الأعضاء الخاصة بأعمال الأحياء كالهضم والانتقال والحس ولكنها في الواقع مثلٌ خاص للتخصص في ناحية معينة وهذا التخصص تمَّ على حساب وجوه اخرى من التحسين . والبال مثل آخر . فالمعيشة البحرية اقتضت انيكون له نفّاخة وزعانف فتم له ذلك على حساب الشعر والقوائم الخلفية . وسرعة الحصان اقتضت نمو الاصبع المتوسطة في قوائمهِ فتم هذا النمو على حساب الاصابع الاخرى

﴿ الارتقاء البيولوجي ﴾ ولكن نشوء الحياة العام لا يتمُّ عن طريق التخصص البيولوجي . بل لا بدَّ ان ينجم عن تحسين متناسق متزن في جهات مختلفة من جسم الحيوان فلا يفقد الحيوان بهِ مرونتهُ وقابليتهُ لخطوة النشوءِ التالية . فالتحول من الحيوانات الباردة الدم في الفقاريات الى

الحيوانات الدافئة الدم كان تغيُّراً من هذا القبيل . ان الطيور والثدييات اذا اصبحت دافئة الدم لم تفقد شيئاً كانت تمتاز بهِ اسلافها الزحافات ولا خسرت قابلية النشوءِ في اتجاهٍ معين . بل هي كسبت وسيلة عضوية جديدة تمكنها من ان تكون مستقلة عن تقلبات الحرارة في الجو الذي تعيش فيهِ . كذلك طرق التناسل في الطيور والزحافات هي ارقى من مثلها في اسلافها الامفيبية (القوازب)[1] والشبيهة بالسمك . ولما نشأ حول جنين الزحافات غشاءٌ يمكن الجنين من التنفس في البيضة صارت الزحافات مستقلة عن الماء في وضع بيضها ففتح ذلك امامها بلداناً جافة واسعة الاطراف لم يستطع غيرها المعيشة فيها لعدم وجود هذا الغشاء حول الجنين

فوجوه التغير التي من هذا القبيل تزيد كفاءة الجسم الحيّ كفاءة متسقة العناصر من غير ان تسدَّ في وجهِ باب التحسين في نواحٍ معينة وتعرف عند العلماءِ « بالارتقاءِ البيولوجي » وهي امثلة على النشوءِ المتزن

فالاصل الاوّلي الذي نشأت منهُ الحيوانات الفقارية لم يكن لهُ عين ولا اذن والمرجح انهُ لم يكن يملك حاسة الشمّ والمؤكد انهُ لم يكن له انف شبيهُ بانوفنا . فالاسماك وهي من أدنى انواع الفقاريات حادة البصر والشمّ ولكنها لا تملك حاسة السمع . أما الطيور والثدييات وهي من اعلى انواع الفقاريات فتملك علاوة على حدة البصر حدّة السمع . ففي هذه المراتب الثلاث ارتقاءٌ بيولوجي . صحيح ان قوة الحواس الثلاث زادت زيادة عظيمة ومتزنة في آن واحد . فنمو حدة البصر لم تمنع امكان انماء حدة السمع وهكذا . ولكن في اعلى مراتب الفقار نرى ان حدّة بصر بعض الطيور والقردة والانسان اضعف حاسة الشمّ فيها الى حدٍّ ما . ولكن الخلد الذي يعتمد على حاسة اللمس ابلغها الى درجة بعيدة من دقة الاحساس على حساب نظرهِ فانهُ يكاد لا يرى اذا اخرجتهُ من نفقهِ الى وضح النهار . وهكذا نرى ان تحسيناً غير متزن في ناحية واحدة افضى الى اضعاف ناحية اخرى مقابلة لهُ

﴿ درجات الارتقاء ﴾ فمن البيّن اذاً ان نشوء الحياة يجب ان يكون من النوع المتزن لا من قبيل التخصص الضيق النطاق لانهُ من الثابت ان ما من حيّ متخصص تخصصاً ضيّق النطاق يمكن ان يكون سلفاً لانواع جديدة تنبثق منهُ وتسيطر على الأرض الى حين

فلنعمد اذاً الى ذكر الخطوات الكبيرة في تاريخ النشوءِ . كانت الخطوة الكبيرة الاولى في نشوءِ الحياة نشوءَ الكائنات الكثيرة الخلايا من كائنات ليس جسمها الاّ خلية واحدة . وبعد ذلك تقسم عمل الجسم على الخلايا المختلفة فاختصَّ كل نوع منها بعمل خاص . وتلا ذلك تنسيق الخلايا في جسم مؤلف من طبقتين في أحد طرفيهما فم كما نجد في الانيمون (شقائق البحر) وجاء بعد ذلك تكوُّن طبقة ثالثة بين الطبقتين الاولبين وتبعها نشوءُ جهاز عصبي مركزي (غير

(١) من تواضع الكرملي والقازب في اللغة التاجر الحريص مر في البحر ومر في البر (التاج)

راقٍ) وكليتين بسيطتي التركيب . وتلا ذلك جهاز دموي وفتحة اخرى في طرف الجسم المقابل للفم خاصة باخراج الفضول. واتقنت الاعضاء رويداً رويداً وزاد اختصاص اعضاء الحس المختلفة . واذا حصرنا نظرنا في الحيوانات الفقارية لضيق المقام وجدنا ان الخطوة التالية كانت نمو الدماغ ونشوء صقلٍ (هيكل) عظمي متين . فنجم عن ذلك كلهِ تحرُّر الحيوانات بعض التحرُّر من سكن الماء كما في القوازب ثمَّ تحررها تحرراً كاملاً كما في الزحافات . وجاءَ بعد ذلك الانتقال من الحيوانات الباردة الدم الى الحيوانات الدافئة الدم ثم حدث تحسين في طرق تغذية الصغار والعناية بهم قبل الولادة وبعدها . وتلا ذلك تحسن الذاكرة وقوة تداعي الافكار والذكاء وبلغت وجوه النمو ذروتها في الانسان اذ أصبح ذا قدرة على التفكير — وهي القدرة على ملاحظات الاشياء والافعال واستخلاص النواميس التي تجري عليها . وجاءَ بعد ذلك التكلم وما يصحبهُ ويليهِ من التقاليد والخرافات وحفظ اختبارات الاجيال ونقلها من قرن الى قرن

وفي كل مرتبة من هذه المراتب نجد طوائف من الحيوانات اختصت بنوع واحد من الكفاءة او بوجه خاص من وجوه النشوء فظلت كما هي لم ترتق فوق مرتبتها او انها بادت لدى تقلُّب احوال البيئة . وأما الحيوانات الباقية فقد كان النشوء فيها متسقاً متزناً فنشأت منها الانواع التي تلتها فكانت أرقى منها . وهكذا تم نشوء الحياة على مدى الازمان من الاميبا الى الانسان

***

﴿هل هذا ارتقاء﴾ بعد كل هذا هل نستطيع ان نسمي هذا النشوء المتزن ارتقاءً او نحن نضلل نفوسنا حين نطلق لفظة الارتقاء على نشوء صفات ندعوها راقية لانها تفيدنا . بدلاً من الاكتفاء بالقول انها « تغيُّر متجه في جهة معينة » . اي لماذا نحسب سير الحياة الى تحقيق صفات معينة ارتقاءً ؟ ولماذا لا نتجرد عن مصلحتنا فنقول انسير الحياة نحو هذه الصفات هو تبدل لاغير؟

اذا نظرنا الى الخطوات الكبيرة في نشوء الاحياء وجدنا اننا نستطيع تلخيصها تحت بضعة عناوين . اولاً — يصحُّ القول انْنشوء الانواع رافقهُ زيادة فيحجم الافراد . ثانياً — اتقان في الاعضاء المختلفة المخصصة للقيامبعمل معيَّن كأعضاء الهضم واعضاء الانتقال وأعضاء الحس وأعضاء التناسل وغيرها . ثالثاً — تحسن في علاقة هذه الاعضاء بعضها ببعض لتنظيم عملها وتنسيقهِ . رابعاً — زيادة سيطرة الدماغ على الجسم وتنوع الرسائل التي تصله بواسطة اعضاء الحس فتمكنهُ من القيام بعمل السيطرة على ما يلزم في مختلف الاحوال . خامساً — زيادة مقدرة الجسم على تكييف نفسهِ للاحوال التي تحيط بهِ كاحتفاظهِ بدرجة واحدة من الحرارة في حال الصحة صيفاً وشتاءً أو كبقاء تركيب الدم الكيمائي بلا تغيُّر في الحيوانات العليا . سادساً — نقص في الاسراف التناسلي وزيادة في العناية بالصغار . سابعاً — زيادة في تبادل التعاون بين الافراد . ثامناً — ازدياد قوة الانفعال وتوخي القصد في الأعمال . واذا نظرنا الى هذه الامور من وجهة اخرى وجدنا انها كلها كانت تمنح الفرد أو

الجنس الذي ينتمي اليهِ سيطرة على بيئتهِ وزيادة انتظام واتساق في حياتهِ العقلية والشعورية وهـذا مكنهُ من التحرّر من العالم الخارجي وتوسيع نطاق معرفتهِ

وكيف نظرنا الى هذه المراتب وجدنا ان وجوه التحسين التي مكنت الانواع المختلفة من الفوز في معترك البقاء والنجاح في النشوء هي ايضاً وجوه ارتقاء في عرفنا أي اذا قسناها بمقاييس الفائدة البشرية . اننا نسمي كذلك السيطرة على الطبيعة والتحرّر من الاحوال الخارجية ونقيم وزناً لاتساق عناصر الحياة الداخلية ورفع مقام المعرفة ونجلُّ نتائج الشعور الفياض والارادة القوية اذا كانت متزنة . ولما كانت لفظة « ارتقاء » تعني الارتقاء نحو حالة نقدرها قدرها او شيء نعرف له قيمة فيصحُّ أن ندعو نشوءَ الحياة الذي الممنا ببعض مراتبهِ « ارتقاءً بيولوجيًّا » لان اغراض الحياة واغراضنا البشرية تجتمع فيهِ

لقد يقال اننا نسير في دائرة حين نفكر على هذا النمط لا ندري أين تبتدىء لا أين تنتهي . وانهُ من الطبيعي — ونحن جزءٌ من حركة النشوء العامة — ان نحسب اغراضها اغراضنا واتجاهها العام يتفق مع ما نحسبهُ خيراً لنا . والواقع ان هذا الاعتراض فاسدٌ من اصله . لاننا لم نقل بان كلَّ نشوء ارتقاءٌ . لم نطلق لفظة ارتقاء الاَّ على هـذا النشوء المنتظم المتزن . ان فعل النشوءَ له نواح مختلفة — منها ناحية الانقراض . فقد عرف ان طوائف كبيرة من الحيوانات والنباتات جميلة الشكل زاهية اللون قوية الجسم آلت الى الانقراض . فالانقراض وهو من اعمال النشوء لا يكون عملاً مفيداً أي لا يكون ارتقاءً — الاَّ اذا وجب ان تخلي طائفة من الاحياء الميدان لطائفة اخرى اكمل بناءً وارقى في مجموعها من الطائفة المنقرضـة . ثم هنالك التخصص . فالتخصص لا يكون ارتقاءً كيف كان واين كان وقد اثبتنا فيما تقدم ان بعض وجوه التخصص يقضي على النوع بالجمود او بالانقراض



الاشعة والحياة

﴿ ما نعلم وما لا نعلم ﴾ نحن نعيش في عصر التموجات ، الوف منها ، وهي تختلف من التموّجات اللاسلكية التي يبلغ طولها عشرين الف متر الى اشعة اكس والاشعة الكونية التي لا يزيد طولها عن جزءٍ من عشرة ملايين جزءٍ من المليمتر . وبعض هذه الامواج يرى بالعين فيمكننا من رؤية الاجسام المحدقة بنا ويعرف بالنور الابيض . وأما الامواج الاخرى فلا ترى بالعين لذلك تعرف «بالنور الاسود !» ولكنها تفعل افعالاً منوعة في الاجسام الحية يمكن الكشف عنها وقياسها بكواشف ومقاييس مختلفة . وهـذا موضوع تحيط بهِ الغرابة من جميع نواحيهِ ومتصل كلّ الاتصال بشؤون الحياة اليومية . فهو مرتبط من جهة الصناعة بشؤون مختلفة كالمخاطبات اللاسلكية ونقل الصور اللاسلكية والتلفزة وما اليها . ومن جهة اخرى بشؤون الصحة وتكوين الفيتامين واعداد الدم لمقاومة المكروبات وتقوية العضلات وارهاف الحواس واذكاء القوى العقلية ومنع الكساح والوقاية من السرطان وتنشيط الغدد الصمّ وتأخير الشيخوخة

في هذا الميدان من ميادين المعرفة الانسانية يجب ان نبحث عن اجوبة وافية للاسئلة التالية : لماذا تكون الافاعي الصحراوية اشدّ سمّاً ؟ ما الدافع الذي يحمل الطيور القواطع على هجرة بلاد الى بلادٍ اخرى في اوقات معينة ؟ لماذا تملك بعض التموجات فعلاً شافياً والبعض الاخرى فعلاً متلفاً للخلايا

يحدثنا التاريخ ان الشعوب القديمة بنت هياكل لعبادة اله الشمس وان في بعض هذه الهياكل عرصات خاصة للتعري من الثياب للاستحمام بنورها . وقد جاءَ في هيردوتوس انهُ اشار بالاستحمام الشمسي لتقوية حيوية العضلات وقال ابقراط بان لنور الشمس قوة شافية من ادواء العقل والجسم ومع ذلك لا يزال الفعل الكيمائي الذي يحدث في الجلد أو الدم المعرض لنور الشمس غامضاً

قليل من الناس يدركون الفرق بين الرعن « ضربة الشمس » « وضربة الحرارة » ولمـاذا طول الاحتجاب عن الشمس (كاحتجاب رواد القطبين) يجعل العيون زرقاً . لماذا تضعف قوة الاشعة الكيمائية في نور الشمس كلما هبطنا الى مستوى سطح البحر ؟ ولماذا يفوق نورُ الشمس الطبيعي الذي لم تحجب منهُ بعض اشعتهِ نورَ المصابيح الصناعية التي تصنع خاصة لتشعّ الاشعة الصحية ؟

لقد تعلمنا في كتب العلم المختلفة ان النبات يعيش وينمو بتعرضهِ لنور الشمس . وان النور الواصل اليهِ في الصباح افعل في نموهِ من النور الذي يصلهُ في سائر ساعات النهار . لقـد تعلمنا ان نور الشمس يقتل الجراثيم وانهُ يزيد ما في الدم من محتوياتهِ الجيرية والفصفورية والحديدية وانهُ يزيد مقاومة الانسان للمرض باكثار كريات الدم البيض في دمهِ . لقد تعلمنا كلّ هذا ولكن ما اكثر المسائل الغامضة التي لا تزال حتى الآن رهن البحث والتحقيق

نريد ان نعرف — في مقدمة مانريده — الحقائق التي تقوم عليها هذه العلاقة الحيوية بين الاشعة والحياة — حياة الحيوان والنبات على السواء. كيف تحدث هذه الامواج تغييراً في كيمياء الدم؟ ما فعلها في شفاء امراض الجلد والعظام والاسنان؟ كيف تمنع العدوى وما هو أثرها في العضلات والاعصاب والغدد؟ كيف نستطيع ان نستخدم الامواج المختلفة للاغراض المختلفة؟

﴿ الاشعة الحيوية ﴾ من الحقائق الجديدة التي كُشف عنها، وجه الشبه بين «الكلوروفل» (المادة الخضراء) في النباتات و«الهماتين» (المادة الحمراء في الدم). فالأولى مادة معدنية تحتوي على مقدار من المغنيسيوم والثانية من مركبات الحديد. فاذا حجبت نور الشمس عن النباتات اصفرت وضعفت وصارت عرضة للاصابة بالامراض النباتية. وقد دلّت المباحث العلمية المتسعة النطاق في انواع مختلفة من النبات على أثر الأشعة التي فوق البنفسجي وغيرها من اشعة الشمس في بناء الأجسام النباتية وتقويتها. ففي كلية ماستشوستس الزراعية اخذت طائفة واحدة من بزور الفجل وزرع جانب منها في بيت زجاجي يحجب زجاجُه الأشعةَ التي فوق البنفسجي ويضعف الأشعة الحمر والتي تحتها، وأخرى زرعت في حقلٍ فزاد وزن الفجل الذي زُرع في الحقل ٦٩ في المائة على الفجل الذي زرع في البيت الزجاجي. وقد جربت امثال هذه التجارب في انواعٍ اخرى من النباتات والازهار فأسفرت عن نتائج مماثلة

واخذ أحد الفلاحين طائفة من الخنازير فعرّضها يوميًّا — مدة عشرة اسابيع — للأشعة التي فوق البنفسجي المنبعثة من مصباح كوارتز لأن في نور هذا المصباح أشعة فوق البنفسجي. وفي نهاية الأسابيع العشرة وجد ان الخنازير التي عرضت لهذه الأشعة كانت تفوق الخنازير الأخرى التي من عمرها وزناً وقوة ولما عرضت للبيع بيعت بثمنٍ أغلى. وأُخذت طائفتان متساويتان من الدجاج فحفظت طائفة منهما في احوال عادية مدة ١٦ اسبوعاً فباضت كلها ١٢٤ بيضة وأما الطائفة الاخرى فحفظت في احوال كأحوال الطائفة الأولى انما كانت تعرّض كلّ يوم مدة عشر دقائق للأشعة الحيوية فباضت ٤٩٧ بيضة وكان في بيضها هذا مقدار كبير من الكلسيوم (الجير) الذي جعلها غذاء اكبر فائدة للناس

والظاهر من المباحث العلمية المختلفة ان الأشعة التي تحت الاحمر لازمة كالأشعة التي فوق البنفسجي لبث عناصر الصحة والقوة في اجسام النباتات والحيوانات. وهذا كله يدل على اننا اصبحنا على عتبة عصر يدرك فيهِ الناس ان نور الشمس حيويٌّ للفلاحين والزراع على السواءِ ويأبى فيهِ الآباء أن يبتاعوا لأولادهم بيضاً أو لبناً نتج في مزارع لم تتوافر فيها الوسائل اللازمة لتعريض الدجاج والبقر للأشعة الحيوية

﴿ تحويل الصفات ﴾ ولا بدَّ ان تحدث هذه المباحث انقلاباً خطيراً في تفكير الناس وعاداتهم وملابسهم. فالمهندس المعدن يستعمل نوعاً من الاشعة في عملهِ وتجاربهِ الكيماوي والطبيعي

وصاحب المعامل والمخرج الروائي . فلأشعة اكس مثلاً اثر عظيم في نمو الأجسام الحية وتغيير بعض صفاتها . فبعض الحيوانات اذا عرضت لأشعة اكس فقدت قوة التناسل . وبعض الحشرات — كذبابة الدروسوفيلا — اذا عرضت لها ظهرت فيها صفات جديدة تنقل بالوراثة لانها من قبيل التحوُّل الفجائي . فكأَنَّ أشعة اكس تستعجل فعل النشوءِ والتطور . والفئران السمر اذا عرضت لها اصبحت بيضاً والبيض اصبحت سمراً

وجميع هذه التغيرات على اختلافها وغرابتها تتوقف على قوة الأشعة التي تعرض لها الكائنات فبعض السوائل اذا عرضت لأشعة اكس اكتسبت صفة جديدة تمكنها من استقطاب النور ونبات التبغ لدى تعريضهِ لها يقوى وتكثر ازهارهُ . والدم البشري اذا عرض لها قوَّتهُ على مقاومة المرض . ومع ذلك ترى اشعة اكس وأشعة غمَّا من الوسائل الفعَّالة في معالجة النوامي السرطانية لانها — اذا كانت من قوة معيَّنة — اتلفت الخلايا السرطانية من غير ان تتلف الخلايا الطبيعية التي تحيط بها

ويخطىء الناس اذا ظنوا ان اشعة اكس لاتستعمل الاَّ في الطب . لانها اذا كانت تستعمل في الطب لغرض واحدٍ او لبضعة اغراض فهي تستعمل في الصناعة لمئات الاغراض . فكل الادوات التي تصنع من الصلب او الالومنيوم او الخشب او غيرها من المواد تفحص باشعة اكس لمعرفة بنائها الداخلي . فمعرفة بناءِ الخشب الداخلي ووجود جيوب مفرغة فيهِ او مملوءة بالصمغ من اهم الامور للمهندسين الذين يستعملونهُ في بناءِ الهياكل الخشبية التي يجب ان تتحمل ضغطاً كبيراً . وعلى الطريقة نفسها تفحص الادوات المعدنية والخزفية للكشف عما قد يختفي فيهِ من شقوق أو نقط ضعيفة فيفتدي المهندسون بذلك كثيراً من الحوادث المحزنة التي تحدث للسيارات والقطارات والآلات في المعامل

ومن احدث ما استعملت لهُ اشعة اكس الكشف عن مقدار الرماد في انواع الفحم المختلفة لان المادة المحترقة في الفحم شفافة اذا وجهت اليها اشعة اكس واما المادة التي لا تحترق وهي الرماد الذي يتركب من املاح الكلسيوم والحديد فغير شفاف . وهذا لهُ شأن اقتصادي كبير في الاعمال الصناعية التي تعتمد على حرق الفحم ويوفر على اصحابها مبالغ طائلة

﴿ الاشعة والصحة ﴾ على ان الجمهور يتجاوز عن المنافع الصناعية الجمة التي تنشأ عن استعمال اشعة اكس الى العناية بمنطقة اخرى من الاشعة هي المنطقة التي بينها وبين الأشعة المنظورة — المعروفة بالاشعة التي فوق البنفسجي اذ يظهر ان هذه الاشعة هي المولدة لفيتامين (د) لأنها تخترق الجلد وتنفذ الى الدم فتفعل فيهِ فعلاً يولد هذا الفيتان وهو من المواد التي لا بدَّ منها لتمثيل الكلسيوم والفصفور وهما عنصران لازمان في بناء الخلايا . فاذا كان مقدار فيتامين (د) ناقصاً من الجسم لم يتمكن من تمثيل هذين العنصرين فيمران مع الطعام من غير ان يستفيد منهما

لذلك اذا حجب الجلد عن الاشعة التي فوق البنفسجي تعذر على الجسم تمثيل هذين العنصرين

فيصاب بالامراض التي تنشأ عن حالة كساح . فتضعف العظام في الاطفال ويقلُّ النشاط في الكبار وتنحط مقدرتهم على مقاومة الزكام وما اليهِ من الادواء العامة . وهذه الحقيقة مؤيدة من الاحصاءات الصحية في الولايات المتحدة الاميركية . ذلك ان عدد الوفيات في مستهل فصل الربيع يفوق عددها في اي جانب آخر من السنة . والتعليل ان الاجسام التي قضت الشتاء محجوبة عن نور الشمس تضعف مقاومتها للادواء التي تتعرض لها فتكثر الوفيات الناجمة عن هذه الاصابات. والاشعة المفيدة للجسم هي اسهلها حجباً بالغيوم والسحب والغبار المنتشر في الجو وزجاج النوافذ

ويجب على القارىء ان يذكر ان هذه الاشعة قصيرة الامواج وعلى مدى هذا القصر تتوقف الافعال التي تتصف بها . فموجة من امواج اكس القصيرة لها فعل يختلف عن فعل موجة اخرى اطول منها من اشعة اكس نفسها . ويجب ان يذكر كذلك ان امواج كل منطقة من مناطق الاشعة ليست متساوية في طولها . فطول الامواج في احد طرفي المنطقة يختلف اختلافاً بيناً عن طولها في الطرف الآخر . ففي منطقة النور الابيض مثلاً نرى اختلافاً كبيراً بين طول امواج اللون الاحمر في الطرف الواحد وامواج اللون البنفسجي في الآخر وكذلك في منطقة اشعة اكس ومنطقة الاشعة التي فوق البنفسجي : فاذا فهمنا هذين المبدأين الاساسيين وحاولنا تطبيقهما على منطقة الاشعة التي فوق البنفسجي وجدنا ان الاشعة التي في طرف هذه المنطقة الملاصقة للاشعة البنفسجية (وهي اطول الاشعة التي فوق البنفسجي) لها بعض الأثر في الصحة ولكن لا قدرة لها على قتل المكروبات وتوليد فيتامين (د) . والاشعة التي في الطرف المقابل لا شأن كبير لها في الصحة ، وأما الاشعة التي بين الطرفين فهي الاشعة الحيوية التي نحن بصددها

كذلك يجب أن يذكر ان بين منطقة اشعة اكس ومنطقة الاشعة التي فوق البنفسجي منطقة من الاشعة معروفة لدى علماء الطبيعة ولكن فعلها البيولوجي لا يزال مجهولاً لدى الفسيولوجيين ولعلَّ الكشف عنهُ يكون ذا أثر فعَّال في الصحة والصناعة على السواءِ

أما الوحدة التي تستعمل لقياس طول هذه الأشعة فتدعى « الانغسترم » وهو جزء من عشرة ملايين جزء من المليمتر . ومع قصره وجد العلماء ان طول موجة من اشعة غمَّا التي تنطلق من الراديوم ولها فعل شافٍ في معالجة السرطان ، لا يزيد على عشر انغسترم واما طول الموجة من أشعة اكس فيبلغ ٥٠٠ انغسترم وطول الاشعة التي فوق البنفسجي تتباين من الفي انغسترم الى ٣٩٠٠ انغسترم وطول الاشعة التي تراها العين تختلف بين ٣٩٠٠ انغسترم في الاشعة البنفسجية الى ٧٧٠٠ انغسترم في الاشعة الحمر . والاشعة التي تحت الاحمر تختلف طولاً بين ٧٧٠٠ انغسترم و ٥٠٠ الف انغسترم

﴿ منافع هذه الأشعة ﴾ تقدم معنا انها تولد فيتامين (د) في الجسم فيستطيع ان يمثل الكلسيوم والفصفور . ثم انها تزيد مقدرة الدم على الفتك بالمكروبات بانماء كرياته البيض . وعلاوة

على ذلك عمد بعض اطباء الاسنان اليها في معالجة « البيوريا » وهو مرض وبيل يصيب اللثة . واستعملها علماء الصحة العامة لتطهير مياه برك السباحة العامة ومياه الشرب . فقد ثبت بالتجربة ان في الامكان تعقيم تيارٍ من الماء عمقهُ بضع بوصات بامرارهِ امام مصباح قوي يشعّ هذه الاشعة ومن العجيب ان هذا التعرض لا يغير طعم الماء على الاطلاق ونفقاتهُ قليلة جدًّا . بل ثبت لنفر من الباحثين ان الماء المعرض لهذه الاشعة يكتسب صفات صحية على اعظم جانب من الفائدة . فاذا مزجت طعام خالياً من قوة الانماء بماءٍ قد تعرّض لهذه الاشعة اكتسبها . ولكن يجب ان يكون الماء محتوياً على بعض الاجسام العضوية ويظنّ انها هي التي تتأثر بفعل الاشعة . وهذا يعلل منشأ فيتامين (د) في زيت كبد الحوت . ففي ماء البحر احياء دقيقة تتأثر بفعل نور الشمس فيتولد فيها فيتامين (د) وهذه تأكلها اسماك صغيرة يأكلها سمك الحوت فيخزن فيتامين (د) في جسمه الى ان يصاد ويستقطر زيتهُ ويقطّر ويباع . وفي ذلك كان القدماء على اعظم جانب من الحكمة لانهم ادركوا ان الزيت في كبد السمك يشفي من حالة مرضية أهم اعراضها طراوة العظام

ومن اغرب ما كشف عنهُ بعض العلماء الفرنسيين فعل هذه الاشعة في سمّ الافاعي . فمن الامور المشهورة في علم الحيوان ان سمّ الافاعي الصحراوية اشدّ فتكاً من سمّ الافاعي غير الصحراوية فاخذت طائفة من علماء الفرنسيس مقداراً من سمّ افعى وقسمتهُ الى قسمين وعرّضت القسم الاول للاشعة التي فوق البنفسجي وتركت القسم الآخر على حالهِ ثم امتحنت فعلهما فوجدت ان الاول قد اكتسب بتعرضهِ للاشعة فعلاً جعلهُ سمًّا اشد زعفاً

***

﴿ الاشعة والطيور القواطع ﴾ وينظر كثير من العلماء بعين الامل الى « الاشعة » لحلّ مشكلة الطيور القواطع . اذا لا يكفي ان نقول ان تغير الجوّ يحمل هذه الطيور على هجرة بلاد الى بلاد اخرى . وقد عني بعض علماء كندا بهذه الناحية من البحث فوجدوا ان الدافع الذي يدفعها الى الهجرة سببهُ تغيُّر في بعض الغدد ناشئ عن طول تعرض الطائر لنور الشمس وقصره . فقد أُخذت طوائف مختلفة من الطيور القواطع وعرضت للاشعة الحيوية فلم تحسّ بدافع للهجرة كغيرها من الطيور التي من جنسها والتي لم تعالج مثلها

وابعث المباحث على الدهشة والاعجاب درس اثر الاشعة في غدد الانسان مما اسفر عن نتائج غاية في الغرابة . فالعلماء المتوفرون على هذه المباحث مجمعون الآن على انهم يستطيعون ان يعالجوا النقص في مفرزات الغدتين الدرقية والنخمية بتعريضهما للاشعة التي فوق البنفسجي . ومن الامور الطبية المعروفة انهُ اذا تضخمت الغدة النكفية وجب على العليل أن يشاور طبيبا وحينئذٍ تستعمل اشعة اكس او اشعة غمًّا لتضميرها . واحدث المباحث في هذا الباب تشير إشارة واضحة الى أن انتصار العلماء على الشيخوخة والهرم سيجيء عن طريق الغدد والاشعة

﴿ حقائق جديدة ﴾ وقد اسفرت المباحث العلمية في الاشعة وارتباطها بضعف الصحة عن كشف حقائق جديدة تحلُّ بعض المعميات الصحية . منها ان المتقدمين في السن قد يصابون بنوع من الكساح — وهو مرض يصاب بهِ الاطفال عادة — أهمّ مظاهره ضعف عضلاتهم وتهدلها والاعياء العصبي وسوء الهضم . وافعل الوسائل لشفاء هذا الاعراض التعرض للنور الطبيعي أو النور الصناعي الذي يحتوي على الاشعة الفعالة وتناول زيت السمك وغيره من المواد التي عرضت للاشعة التي فوق البنفسجي فخزنت فيها . وخلاصة ذلك ان الجسم ينقصهُ فيتامين (د) فتعرضهُ لنور الشمس الطبيعي أو لنور المصابيح الكهربائية الخاصة يولد هذا الفيتامين في الجلد والدم وتناولهُ زيت كبد الحوت والاطعمة الاخرى يجهزه بهذا الفيتامين

وقد ثبت ايضاً ان المصابين بدخل في عقولهم تسهل العناية بهم في البيمارستانات اذا عرّضوا لنور الشمس كلَّ يوم . وثمة بحثٌ آخر اثبت ان ذكاء التلاميذ في مدرسة للاطفال تضاعف بعدما تعرض التلاميذ اسبوعاً كاملاً لنور الشمس . وجرى بحث في كلية كونكورديا فاتضح منهُ ان المكروبات في غرفة من غرف التدريس زجاج شبابيكها من النوع الخاص الذي تنفذهُ الاشعة التي فوق البنفسجي، اقلُّ جدًّا من المكروبات في غرفة اخرى زجاج شبابيكها عادي . وبعد تعريض اربع غرف مدة معينة لنور الشمس احصيت المكروبات فوجدت نسبة المكروبات بينها كما يلي : في غرفة لا يدخلها نور الشمس مطلقاً كان نسبة المكروبات ١١ يقابلها ٨ في غرفة زجاج نوافذها من الزجاج العادي و ٥ في غرفة زجاج نوافذها من النوع المعروف « بالفتاجلاس » وهو الذي تنفذه الاشعة التي فوق البنفسجي و٣ في غرفة يدخلها نور الشمس مباشرة من غير ان يعترض سبيلهُ زجاج ما

***

﴿ سكان اسلندا ونور الشمس ﴾ ومن الادلة الجديدة على فائدة نور الشمس نتائج بحث اجري في صحة سكان اسلندا وجزائر فاروز المجاورة لها . فسكان اسلندا لا يصابون مطلقاً بالكساح أو ما هو من قبيلهِ مع ان سكان جزائر فاروز التي لا تبعد اكثر من ٢٠٠ ميل عن جزيرة اسلندا يصابون بالكساح الحادّ . ولما كان غذاء الشعبين واحداً تقريباً فالفرق بينهما يسند في الغالب الى نور الشمس الذي يتمتع بهِ في الغالب سكان اسلندا ويحرم منهُ سكان جزائر فاروز . ذلك ان جزائر فاروز تعترض « تيار الخليج » ولذلك تغطيها في اكثر أيام السنة سحب وغيوم تمنع عن سكانها نور الشمس وتحجب خصوصاً أشعتهُ التي فوق البنفسجي . ففي فصل الصيف لا يزيد عدد الايام المشمسة على ستة ايام أو ثمانية . وقد ثبت من احصاء دقيق ان اكبر بلدة في هذه الجزائر لا تتمتع باكثر من ٩٠ ساعة من نور الشمس على مدار السنة . يقابل ذلك ان النهار الصيفي في اسلندا والشفق الذي يتلوهُ يستمرُّ الى ما بعد الساعة العاشرة ليلاً والقياس يدلُّ على ان نور الشفق هذا يحتوي على مقدار كبير من الاشعة التي فوق البنفسجي . لذلك قالت اللجنة العلمية التي عينت لدرس صحة

الاسلنديين : « فلا نعجب ان تعلو ابناءَ الاسلنديين سمرة الصحة . فاصفرار بشرتهم في اثناء فصل الشتاء الطويل يجعلهم اشدَّ تأثراً بالمقدار الكبير من الاشعة التي فوق البنفسجي الذي في جوهم ربيعاً وصيفاً » . ومن الحقائق الجديرة بالنظر التي اسفر عنها بحث هذه اللجنة احتمال وجوب الجمع بين تناول زيت كبد الحوت والتعرض للاشعة التي فوق البنفسجي لشفاء الكساح . فسكان جزائر فاروز كسكان اسلندا يأكلون مقداراً كبيراً من اكباد سمك القدّ وهي مصدر الزيت المعروف « بزيت السمك » ولكن ٥٥ في المائة من اطفال فاروز أو اكثر يصابون بالكساح لعدم تعرضهم للاشعة التي فوق البنفسجي تعرضاً كافياً

وقد اخذت هذه المباحث الجديدة تقلب آراءَ المهندسين في اساليب بناء البيوت لانها تقضي بان تكون غرف السكن اكثر غرف البيوت تعرضاً للاشعة . لان الانسان ينام عادة في الليل فغرفة النوم يجب ان لا تكون اكثر غرف الدار تعرضاً للشمس ولكن غرف السكن التي يقضي فيها أهل البيت وقتهم في اثناء النهار وغرفة الاولاد التي يلعبون فيها ويدرسون يجب ان تكون كذلك

وقد حملت هذه النتائج الكاتب الانكليزي الاشهر برناردشو على بناء كوخ خشبي قائم على لولب تستطاع ادارتهُ حتى يبقى مدخلهُ متجهاً الى الشمس تدخلهُ اشعتها من غير استئذان . وزجاج نوافذه من النوع الذي تخترقهُ الاشعة التي فوق البنفسجي . وقد بنيت في فرنسا اكواخ من هذا القبيل تدور من نفسها مع الشمس بالضغط على زرّ كهربائي وشرعت شركة پولمان باميركا ان تجعل زجاج مركباتها هذه « الفيتاجلاس » المذكور آنفاً

﴿ المصابيح الكهربائية ﴾ أضف الى ذلك ان المستنبطين حاولوا ان يستنبطوا مصباحاً كهربائياً تغني اشعتهُ عن اشعة الشمس . واهم المصابيح التي استنبطت حتى الآن هي مصابيح القوس الكهربائي . وقد استعملت المصابيح الكهربائية العادية التي زجاجها من النوع الذي تخترقهُ الاشعة التي فوق البنفسجي أو من الكوارتز . ولكن ضعف قوتها الكهربائية يجعلها عديمة الفائدة او قليلتها جداً . ولما كان يحتمل ان يكون التعرض لهذه الاشعة ضاراً او مفيداً بحسب طريقة استعماله فالافضل ان لا يستعمَل الا بعناية طبيب مختص

ثم هنالك طريقة اخرى استنبطت لتجهيز الجسم بالاشعة المفيدة مخزونة في الطعام وهي تعريض بعض التي الاطعمة لها فتحدث تغييراً فيها يولد فيتامين (د) كالشوكولاته او دقيق الخبز . وهذا يتفق مع ما عرف مؤخراً من ان فعل الاشعة التي فوق البنفسجي في جسم الانسان انما هو فعلها بمادة الكولسترول التي في دمهِ وصفرائه وطحاله وكبده ودماغهِ والانابيب الشعرية الكثيرة التي في جلده . فكأن هذه المادة تتأثر بالاشعة وتخزنها . والاطعمة التي تتأثر بهذه الاشعة تحتوي كذلك على مادة الكولسترول التي تحتوي بدورها على مادة الارجسترول وهذه تتحول الى فيتامين (د) بفعل نور الشمس

الغدد واعادة الشباب

العناية بمسألة الشباب واعادتهِ تدور في الغالب حول اسمين الاول هو الدكتور فورونوف الروسي المعروف في القطر المصري. والثاني الدكتور شتيناخ النمسوي استاذ علم وظائف الاعضاء في جامعة ڤينا الذي وقف السنين الاخيرة من حياتهِ على درس فسيولوجية التناسل. وقد جرّبت تجارب شيتناخ اولاً في الجرذان. ومراقبة التغير في قوة الجرذان التناسلية اسهل من مراقبة التغير في بعض وظائفها الاخرى. لذلك ظن الناس وهم يقرأون اخبار شتيناخ، ان المقصود من اعادة الشباب انما هو تجديد النشاط في اعضاء التناسل لا غير. ولكن ذلك يجب ان لا يوهم القرّاء بان تجديد النشاط التناسلي هو الغرض الاول من مباحث العلماء في هذا الصدد وان كان هذا التجديد من أجلى مظاهره في الحيوانات. على انهُ لا شك في ان بعض التجديد في قوة التناسل يعقب في الغالب التقدم العام في الصحة. وعلى كل حال لا يمكن تجديد قوة التناسل الاَّ اذا تجدد نشاط الجسم بوجه عام على أثر العملية التي تعمل

على انهُ لا بدَّ من كلمة تحذيرٍ للقارىء مؤداها ان عملية «اعادة الشباب» ليست دواءً ناجعاً لكل علل الجسم. فانها لا تستطيع ان تشفي عضواً مصاباً بالتلف في احدى نواحيهِ ولا تمكن الانسان من ان يعيش الى الابد حتى ولا ان يعيش مائتي سنة كما يدعي فورونوف اوكما تدعي الصحف على فورونوف. ولكنها تؤدي في بعض الحوادث الى ازالة آثار الشيخوخة وتأخير الضعف والانحطاط. وقد كان من أثرها في الجرذان ان زادت عمر الجرذان في بعض الاحوال ٢٥ في المائة. ولا يعلم حتى الآن هل يستطاع اطالة عمر الانسان هذا المقدار. ولكن المعروف المقرَّر ان الوفا من الرجال عولجوا بهذه العملية على ايدي جراحين مهرة فلم تترك المعالجة في احدهم اثراً ضاراً بل حسّنت صحة المتعالجين في اكثر الاحوال

لقد لاحظ القارىء اننا نستعمل الحذر العلمي في تأدية معاني هذا الفصل لاننا لا نريد ان نفهم القراء ان عملية اعادة الشباب تشفي معى خرقتهُ الحمّى التيفودية او عظماً كسرهُ الرصاص او تطيل حياة رجل هدَّهُ السكر والافراط الى ان تبلغ مائة وخمسين سنة او مائتين

***

يستدل من الاحصاءات الصحية العامة ان متوسط عمر الانسان تضاعف في القرنين الاخيرين وهذه الزيادة ترجع في المقام الاول الى السيطرة على الامراض المعدية كالجدري والطاعون وحمى التيفوس والكوليرا التي كانت تتفشى فتجرف ملايين الناس امامها. وفي المقام الثاني الى اصلاح المعامل الذي ادّى الى تقليل امراض العمال كالسلّ وغيرهِ. وفي المقام الثالث الى التقدم في طرق

العلاج واساليب الجراحة وتطبيق مبادئ علم الصحة على المدن بوجهٍ خاص والارياف بوجهعام . ويؤخذ من احصاءات شركات التأمين الاميركية ان متوسط عمر الانسان زاد ١٢ سنة من اوائل هذا القرن الى الآن . ولا ريب في ان زيادة متوسط عمر الانسان سببها تقليل الوفيات بين الاطفال . ولكن الباحثين يؤكدون انهُ بعد حساب ذلك تبقى زيادة في متوسط العمر البشري لا بأس بها . وعدد الرجال والنساء الذين يجتازون سن الخمسين او الخامسة والاربعين اكثر الآن مما كان قبلاً . وهذا يعلّل لنا ازدياد انتشار السرطان . فالسرطان داء يصيب في الغالب المتقدمين في السن . فلذا كان الناس يموتون في شرخ الشباب فالمرجح انهم لا يعيشون الى السن التي يتعرضون فيها للاصابة بالسرطان . اما عدد الناس الذين يبلغون هذه السن فيزداد بارتقاء الطب والجراحة وعلم الصحة العامة والخاصة فاحتمال حدوث السرطان يزداد وفقاً لازدياد متوسط العمر البشري

ولكن مما يشك فيهِ ان تكون هـذه الزيادة في متوسط العمر البشري مقرونة بزيادة في فترة النشاط العقلي والجسماني التي يتمتع بها الانسان . بل يذهب البعض الى ان الناس في هـذا العصر يهرمون باكراً لكثرة مشاق الحياة في هـذا الزمن المزدحم بالأعمال والتبعات . لذلك يتساءل الاذكياء من الناس : ما الفائدة من اطالة الحياة اذا كان لا يصحبها اطالة في فترة النشاط الجسدي والعقلي — « والجنسي » أيضاً !

وأهم امارات الضعف الناجم عن التقدم في السن هو قلة النشاط الجسدي والعقلي وضعف السمع والنظر والشيب وتغضن الجلد وغيرها . وهذه الدلائل التي يراها الناس وغيرها مما لا يراه الا الطبيب ناشئة عن تغيرات عضوية سببها تغيُّر في افعال الجسم الحيوية

فصحة كل عضو من حيث بناؤه ووظيفتهُ تتوقف مثلاً على مقدار الدم الذي يدور فيهِ ونوعه ومقدار الدم يتوقف على حالة الاوعية الدموية كسعتها ومرونتها . وحالة الاوعية الدموية متصلة اتصالاً وثيقاً بالغدد الصمّ . اما نوع الدم فيتوقف على صحة اعضاء الجسم لانهُ لا يخفى ان الدم يجب ان يحتوي على كل المواد الكيمائية التي تحتاج اليها اعضاء الجسم للغذاءِ والنمو وفوق ذلك يجب ان تكون النسبة بين مقادير هذه المواد في الجسم نسبة معينة حتى تكفل اقصى درجة من انتظام العمل . بين هـذه المواد الكيمائية بل واهمها مواد تعرف « بالهرمون » وهي المفرزات الداخلية التي تفرزها بعض الغدد الداخلية مباشرة الى الدم . والجسم مجموع منتظم من الاعضاء التي يعتمد احدها على الآخر في القيام بعملهِ فاذا كان الدم الذي يرد على أحدها ناقصاً في مقداره او محتوياتهِ الحيوية لم يقم العضو بعلهِ قياماً كاملاً فيؤثر ذلك في بنائهِ . والخللُ في عضو ينجم عنهُ خلل في عضوٍ آخر لان كل الاعضاء مترابطة متلازمة من هذا القبيل . وكذلك يدبُّ دبيب الضعف والهرم في الجسم ويأخذ في الازدياد . فالرأي الاساسي الذي تقوم عليهِ حركة « اعادة الشباب » بل وجانب كبير من الطب الحديث هو ان الصحة تقوم على قاعدة ركنها الغدد الصمّ

والغدة عضوٌ يصنع من المواد التي يوصلها اليهِ الدم مادةً كيمائية خاصة ثم يفرزها. فبعض الغدد لهُ قناة تمرُّ فيها مفرزات الغدة الى خارج الجسم كما هي الحال في «غدد العرق» او الى بعض تجاويف الجسم كغدد اللعاب التي تفرز مفرزاتها في تجويف الفم وغـدد الدمع في تجويف العين وغدد العصارة الهضمية في تجويف المعدة والكليتين وهما غدتان كبيرتان معروفتان. هذه الغدد تعرف بالغدد المقناة ولكل منها مفرز خارجي

وهنالك طائفة اخرى من الغدد لا قناة لها لنقل مفرزاتها تعرف بالغدد «الاندوكرين» وقد ترجمت الى اللغة العربية بالغدد الصمّ. لم يعرف عمل هذه الغدد وأثرها في الصحة والمرض الاَّ من عهد قريب. فالمفرزات التي تفرزها تعرف بالمفرزات الداخليـة أو «الهرمون» ولا تنتقل الى الجسم في قنوات خاصة لذلك، ولكنَّ الدم يمتزج بها حين يمرُّ في الاوعية الدموية التي تخترقها ثم ينقلها الى أعضاء الجسم وأنسجتهِ فيختار كلٌّ منها ما يناسبهُ عن طريق الاوعية الدموية التي تمرُّ فيهِ. فيتضح لدينا اذاً أن أثر «الهرمونات» أو مفرزات الغدد الصم واسع الانتشار وقد يصيب الاعضاء القريبة والبعيدة عن الغدة التي تفرزها على السواء. وأشهر هذه الغدد الصم الغدة النخمية والغدة الصعترية وكلتاها في الدماغ والغـدة الدرقية في العنق والغدد التي فوق الكليتين ومكانهما يعرف من اسمهما

هذه الغدد صغيرة الحجم ولكن اثرها في الصحة خطير جدًّا فاذا اختلَّت احداها اضطربت الصحة اضطراباً عظيماً. فاذا اختلَّ عمل الغدة النخمية فقد يصاب صاحبها بالسمنة او بما يجعله قزماً كالاقزام او مارداً بين المردة. واذا اختلَّ عمل الغدة الدرقية فقد يصاب صاحبها بالبله او بخلل او بلادة في العقل من جهة او قد تجعله دقيق الاحساس سريع التأثر والاضطراب معرضاً لمرض القلب او اضطراب البصر من جهة اخرى

ومن الغدد ما لهُ مفرزات داخلية واخرى خارجية في آنٍ واحد. والبنكرياس اشهرها فمفرزاته الخارجية تنقل في قناة الى الامعاء وتفعل فعلها في عمل الهضم. أما مفرزاتهُ الداخلية فتتصل بالدم مباشرة وتمكنهُ من تمثيل السكر والنشاء اللذين يمتصهما من الجهاز الهضمي. فاذا اختلَّ عمـل البنكرياس ووقف عن افراز مفرزاته الداخلية اختلت عملية تمثيل السكر والنشاء واصيب الرجل بداء البول السكري

***

أما الغـدد التي تهمنا بنوع خاص في موضوع «اعادة الشباب» فهي الغدد الجنسية وهي الخصيتان في الرجل والمبيضان في المرأة. ومع ان الغدد الجنسية لها مفرزات داخلية وخارجية في آنٍ واحد تراها تختلف عن هذا النوع من الغدد في ان مفرزاتها الخارجية تحتوي على احياءٍ دقيقة هي الخيوط المنوية في الرجل والبيض في المرأة. وأما المفرزات الداخلية فشبيهة بمفرزات أية غدة صماء

قلنا ان مفرزات الخصيتين تحتوي على الخيوط المنوية أي النطف فتحتد احداها بالبيضة التي يفرزها مبيضا المرأة كل شهر ثم يدخلها الغذاء فتكبر وتنقسم وكل قسم منها يدخله الغذاء ويكبر وينقسم ثم تتنوع الاقسام حتى يتكون منها الانسان بيديهِ ورجليهِ ورأسهِ وجلدهِ وعضلهِ وغضروفهِ ودمهِ وعصبهِ .اما مفرزات الخصيتين الداخلية فيظن انهما العامل الاقوى في تعيين صفات الذكر الجسدية والنفسية واتجاه ميلهِ الجنسي نحو الانثى .والمرجح ان فعلها ليس مباشراً اي انها لا تفعل مباشرة في تعيين هذه الصفات بل تثير الغدد الصمّ الاخرى اوتمنعها عن افرازها مادتها الخاصة وهذه بدورها تعيّن الصفات المذكورة

فعلماء الطب يحسبون الغدد الجنسية زعيمة لجماعة الغدد الصمّ تنظم عملها وتضبطه بحسب مقتضيات الجسم الحي . فاذا كانت مفرزاتها ناقصة ظهر خلل في الجسم قد يكون جسديًّا صرفاً او نفسيًّا صرفاً او جامعاً للاثنين . ومن وجوه هذا الخلل تأخر النمو الجنسي في فرد من الافراد أو التخنث او الميل الى اللواط او الضعف الجنسي (العنانة) او الميل الى السمنة او القَزَم اوضخامة الجثة وعتوّها . والمظنون ان مفرزات هذه الغدد ترتبط ارتباطاً دقيقاً بقوة الجسم ونشاطهِ

فقد عرف الناس من ازمان بعيدة ان الخصيتين مرتبطتان ارتباطاً دقيقاً بالتناسل . وخطر ذات يوم على بال رجل ذكيّ ان يجرد عدوه من قوة التناسل بخصيهِ فنجم عن الخصي آثار لم تكن منتظرة . ذلك ان حيوية الخصيّ ضعفت ونشاطهُ خمد واخذ يسمن ويخمل ومال شعره الى السقوط وارتفعت نغمة صوتهِ وفقد ميلهُ الى الانثى . ونتائج الخصي في الحيوانات تقابل نتائجهُ في الانسان فالديك يفقد عرفهُ والايل قرونهُ التي تميزه . واثر عملية الخصي في الانسان تختلف باختلاف السن فاذا اجريت في فتى قبل بلوغهِ سن المراهقة نشأ الخصي طويل القامة نحيف البنية مستدق الاطراف واذا اجريت بعد بلوغهِ سن المراهقة نشأ الخصي قصير القامة سميناً

اما افراز المبيضين الداخلي فله اثر في جسم الانثى شبيه بأثر افراز الخصيتين في جسم الرجل . فالمبيضان زعيما طائفة الغدد الصمّ في جسم المرأة ويسيطران بواسطتها على صفاتها الجسدية والعقلية فاذا ازيل المبيضان فقدت الانثى مقدرتها على التوليد وضمر ثدياها . اما انثى الحيوانات التي يستأصل مبيضاها فتسمن وتميل الى الخمول وتبدو عليها بعض مظاهر الذكر لكن التغير في المرأة من هذا القبيل لا يلاحظ في الغالب

ومما لا ريب فيهِ ان ذكور كل نوع من الاحياء تختلف عن اناثهِ فوق ما بينهما من الاختلاف في الاعضاء الجنسية . وما على المتردد في الامر الاّ ان يذكر عرف الديك ولُبدة الاسد وذيل الطاووس حتى تنجلي لهُ هذه الفوارق . وعلاوة على هذا وذاك هناك فوارق في بناءِ الجسم — في طول الجسم ووزنهِ وقوة العظام وشكلها ، في الثديين والقصبة والصوت ونمو العضلات ونسبة عظام الكتف الى عظام الحوض . جميع هذه الفوارق لا تظهر في سن الطفولة ولا في سن الشيخوخة

وتعرف بالصفات الجنسية الثانوية . فاذا خصي الطفل بجبّ خصيتي الذكر او استئصال مبيضي الانثى لم تظهر هذه الفوارق بمظهرها الكامل

على ان الصفات الجنسية بنوع خاص اي اعضاء التناسل ووظائفها مرتبطة ارتباطاً لا انفصام لهُ بالخصيتين والمبيضين فاذا استؤصلت ضعفت هذه الصفات . وقد عرف الناس ذلك من اقدم الازمان فقالوا اذا كان خصي الفتى يضعف فيهِ قوتهُ الجنسية فلماذا لا تقوى فيهِ هذه القوة اذا اكل خصى الحيوانات . على انهُ يظهر ان عملية الهضم تتلف المواد الخاصة التي تفعل هذا الفعل العجيب . وفي سنة ١٨٤٩ اخذ برتولد ديكاً وخصاهُ ثم غرس احدى خصيتيهِ في جدار معدتهِ فمنعهُ بذلك من ان يفقد صفات الذكر كما كان يفقدها لو خصي ولم تغرس احدى خصيتيهِ فيهِ . فثبت بالتجربة ارتباط صفات الذكر الجنسية بالخصيتين . وسنة ١٨٨٩ جرب برون سيكار تجاربهُ بباريس في خلاصة استخلصها من خصى كلب وحقنها في جسمهِ (برون سيكار) واجسام بعض الشيوخ وصرّح بعد الحقن ان قوتهُ الجسدية والعقلية والجنسية زادت وابتدع حينئذٍ لفظ rajeunissement اي « تجديد الشباب » فضحك منهُ كثيرون ولكن طائفة من الباحثين اقتفت خطواتهِ فاختلفت النتائج التي حصلوا عليها باختلاف طرق تحضير خلاصة الغدد فعادوا الى العناية بغرس الغدد

واشهر العلماءِ في عملية نقل الغدد من جسم الى جسم للانتفاع بمفرزاتها في الجسم الذي تنقل اليهِ وتزرع فيهِ هو الدكتور اوجن شتيناخ النمسوي استاذ الفسيولوجيا في جامعة فينا . فقد بدأ مباحثهُ في صفات الحيوانات الجنسية سنة ١٨٩٤ ولا يزال الى الآن في الطليعة . وبدأ تجاربهُ في مفرزات الخصيتين والمبيضين سنة ١٩٠٦ ونشر كثيراً من آرائهُ والنتائج التي اسفرت عنها تجاربهُ في رسائل مختلفة ، فأثارت دهشة وعناية في مختلف البلدان

على أن مباحثهُ في البدء لقيت مقاومة شديدة مبنية على الاغراض الادبية اكثر من ابتنائها على البحث العلمي . ولقد يدهش القارىء ان يرى المعتقدات الادبية تقحم في المباحث العلمية ولكن الذين اشتغلوا بالبحث في مسائل « الجنس » و« النسل » يؤيدون القول بأنها لم تنل تعضيداً — ان لم نقل انها لقيت مقاومة — من جانب الذين لا يرضون ان يروا الحقائق العلمية تزعزع مذاهبهم الادبية ومعتقداتهم الدينية

ولكن لما اجتمع المؤتمر الدولي الاول للبحث في مسائل النسل سنة ١٩٢٦ في برلين وقف الاستاذ بندا — وقد كان من قبل اشد مقاومي شتيناخ شكيمة وابلغهم حجة — فصرّح امام اعضاء المؤتمر قائلاً ان مباحثهُ المستقلة قد اقنعتهُ بوجوب تغيير آرائهِ وموقفهِ وانهُ متفق كل الاتفاق مع الدكتور شتيناخ على المبادىء الاساسية التي يذهب اليها

وتلخّص مباحث شتيناخ في ان المراهقة في مظهريها الجسدي والنفسي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بعناصر المفرزات الداخلية التي تفرزها الغدد الجنسية . وقد اثبتت المباحث ان من هذه العناصر

ما يوجد في مفرزات غدد اخرى . على ان مفرزات الغـدد الجنسية هي في المقام الاول من هذا القبيل والى القارىء وصف بعض التجارب التي تؤيد قول شتيناخ

اخذ شتيناخ ذكور جرذان صغيرة السن وخصاها ثم زرع فيها غدد الاناث الجنسية فلم تظهر في الذكور الصفات الجنسية الثانوية الخاصة بالذكور وظهرت بدلاً منها الصفات الجنسية الثانوية الخاصة بالاناث . فبدا شكل هذه الذكور قريباً من شكل الاناث . وتغير تصرفها الجنسي فصارت تميل الى الذكور بدلاً من ان تميل الى الاناث . وفقدت جذبها للاناث فصارت الاناث تصدف عنها وتميل الى غيرها من الذكور التي لم تعالج هذه المعالجة ومن اغرب ما حدث لها انها ارضعت صغار اناث اخرى

وجرَّب شتيناخ تجارب في الاناث على هذا النمط فازال غددها الجنسية وزرع مكانها خصى الذكور فتحوَّلت صفاتها الجنسية الثانوية وصارت شبيهة بصفات الذكور . فاصبحت تجذب الاناث بدلاً من ان تجذب الذكور وتميل الى الاناث بدلاً من ان تميل الى الذكور . ثم خطا خطوة اخرى فاخذ جرذاناً ذكوراً واناثاً وازال غددها الجنسية فلم تظهر فيها الصفات الجنسية الثانوية . ثم اخذ الغدد الجنسية من جرذان صحيحة الجسم قوية البنية وزرعها في الجرذان المخصاة — الخصى في الذكور والمبائض في الاناث ـ فظهرت مظاهر النشاط الجنسي فيها كلها وبدت الصفات الجنسية الثانوية

بعد ذلك عدَّل طريقة بحثهِ فقال في نفسهِ اذا كان الهرم والضعف الناشئ عن الشيخوخة يحدثان جنباً الى جنب مع ضعف القوة الجنسية افلا يمكننا ان نزرع خصية منقولة من جرذ فتي قوي في جرذ هرم ضعيف فنعيد الى هـذا نشاطهُ الجسدي والعقلي والجنسي ؟ وجرَّب تجارب كثيرة في الجرذان لكي يصل الى حكم فاصل في هذا الموضوع . وقد وقع اختيارهُ على الجرذان لانهُ عرف طبائعها ولان مدى حياتها قصير لا يزيد عادة على ثلاثين شهراً فيمكنهُ ذلك من درس نتائج التجارب والعمليات التي يجريها في اجيال متوالية منها وعلاوة على ذلك ان نفقات حفظها قليلة

فكانت النتائج التي اسفرت عنها هذه التجارب مما يبعث على الدهش والعجب . اخذ انثى جرذ في الشهر السادس والعشرين من عمرها اي انها كانت قد اشرفت على الحد الطبيعي لحياة الجرذان . وكان قد انقضى عليها عشرة اشـهر وهي تولد جرذاناً ففقدت كل ما تمتاز بهِ الاناث من جذب الذكور اليهنَّ وبدت عليها جميع مظاهر الهرم الطبيعية . اخذها شتيناخ وزرع فيها مبيضين من انثى فتية وقوية وانتظر أحد عشر يوماً فاذا الذكور يقبلون عليها اقبالاً غير مألوف ويخصونها بعنايتهم وبعد شهرين حملت . وفي اثناءِ ذلك كان مظهرها الطبيعي قـد اصابهُ تغيُّر كبير فزالت مظاهر الشيخوخة وحلَّت محلها دلائل القوة والنشاط. وبعدما انقضت ثلاثة اشهر على هذه العملية اي وهي في السن الذي تموت فيه الجرذان عادةً ولدت بضعة جرذان وهذه الولادة ظاهرة تبعث على الدهش وزد على ذلك انها ارضعتها ونمت جميعها نموًّا طبيعيًّـا . وعاشت الام التي جدّد شبابها حتى بلغت الشهر السادس والثلاثين من العمر مع ان أختها في الولادة والرضاع التي لم يجدّد شبابها ماتت في

الشهر السادس والعشرين . وأعيدت التجربة في طائفة من أناث الجرذان وذكورها فأسفرت عن مثل هذه النتائج الغريبة . وبعض الذكور الذين عولجوا كذلك عاش حتى بلغ الشهر السابع والثلاثين من العمر اي ان عمره زاد نحو ٢٥ في المائة عن متوسط عمر الجرذان

بعد ذلك استنبط شتيناخ طريقة اخرى تمكنهُ من استحداث هذا التجديد في قوى الذكور من الجرذان من غير ان يزرع في الهرم منها خصيتي ذكر فتي قوي . ذلك أنهُ وجد انهُ اذا ربط قناة الخيوط المنوية التي تفرزها الخصيتان ضعف القسم الخاص بتوليد هذه الخيوط في الخصيتين وضمُر ونشط القسم الآخر الذي يفرز المفرزات الداخلية ونما . وقد رؤي هذا بالمكرسكوب . وصحب الضعف في الاول والنشاط في الثاني ظهور بوادر النشاط في القوى الجسدية والعقلية والجنسية وبعد انقضاء بضعة أشهر ثبت بالبحث المكرسكوبي ان الخصية عادت الى حالتها الطبيعية من غير ان تخبو آثار النشاط التي أسفرت عنها العملية . وهو يرى أنهُ متى خبت هذه الآثار امكن اعادة العملية من جديد مثنى وثلاث . واذا صارت عملية ربط القناة لا تفيد من هذا القبيل لجأ الى عملية زرع الخصى المنتزعة من جرذان قوية . وهذه العملية يمكن اعادتها — من الوجهة النظرية — مرة بعد اخرى الى ما شاء الله . ولكن الجرذ لا بدَّ ان يموت في اثناء ذلك من مرض او مصاب يحلُّ بهِ ان لم يمت موتاً طبيعيًّا ناشئاً عن الضعف والهرم

وقد جربت هذه التجارب في كثير من الجرذان وغيرها من الحيوانات العليا كالكلاب والماشية والخيل فأسفرت جميعها عن نتائج مماثلة في أساسها لنتائج التجارب المذكورة آنفاً

***

ونشبت الحرب الكبرى فاغتنم الجراحون هذه الفرصة السانحة لتجربة تجارب شتيناخ في الناس . ففي سنة ١٩١٥ عالج لختنشترن —وهو اشهر جراحي فينا في جراحة الاعضاء التناسلية— جنديًّا بالغاً من العمر تسعاً وعشرين سنة كان قد فقد كلتا خصيتيهِ بشظية قنبلة أصابتهُ . فضعفت قواه الجسدية والعقلية على أثر ذلك ضعفاً بادياً فكان بليد العقل خاملهُ وأصبح عنّيناً (اي فقد قوتهُ التناسلية) وبدت آثار ذلك في شعر عارضيه وشاربيه فقلَّ ولان . وسمن جسمهُ وتهدل . فأخذه لختنشترن وزرع فيه خصية بشرية من شاب فلم تنقض عليهِ ستة أسابيع حتى عاد اليهِ نشاطهُ العقلي والجسدي وصارت تخالجهُ عواطف الرجال في التقرب من النساء وفاز بمقدرتهم الجنسية ولكنهُ ظل غير قادر على اخلاف عقب لانهُ فقد خصيتهُ — والخصية المزروعة تفرز كثيراً من المفرزات الداخلية ولكنها لا تفرز خيوطاً منوية وهي الاصل في التلقيح . واتبع لختنشترن بعمليتهِ هذه وهي الاولى من نوعها ستًّا وعشرين عملية مماثلة لها فنجح في ٢٢ عملية منها كل النجاح . وقد دامت آثار العمليات الى الآن مع ان أقدمها تم منذ ١٧ سنة

وقد فاز بمعالجة رجل يميل الى اللواط فشفاه بأخذه خصية رجل لا يميل اليهِ وزرعها فيهِ . ومع

ان هذه الطريقة في معالجة اللواط لم تسفر في جميع العمليات التي عملها عن النجاح ولكنها لا بدّ ان تسترعى أنظار الباحثين من العلماء والاطباء ، بما أصابتهُ من التوفيق لانها تفوق على الاقل الطريقة المستعملة في معظم بلدان اوربا وهي سجن المصابين بهذا الداء . فالسجن لا يشفي المصاب وكثيراً ما يفضي الى افساد المسجونين والحراس

وشتناخ يؤثر زرع الخصية في عضلات البطن لا في مكانها الطبيعي . على ان الجراحين مختلفون في اختيار مكان زرعها ومع ذلك فالنتائج التي اسفرت عنها عمليات الزرع هذه متماثلة في أساسها

قد يستطيع الجرّاح الحصول على خصية بشرية فتية قوية ليزرعها في رجل فقد خصيتهُ من أخ او ابن عمّ يجود بها ليخلص أخاه او ابن عمهِ . ولكن هـذا نادر . على ان الكاتب الذي لخصنا عنهُ ما تقدم — وهو من الثقات في هـذا الموضوع — لا يرى صعوبة ما في الحصول على كمية من الخصى البشرية التي تصلح لعمليات عود الشباب من المصادر الآتية (١) هناك رجال يصابون بمرض يدعى « الخصية المرتفعة » وتستلزم الاصابة ازالة الخصية فبدلاً من ان تطرح الخصى التي تزال يمكن استعمالها في العمليات المذكورة (٢) ثم هنالك مجرمون يعاقبون كل يوم قتلاً او شنقاً فلتزل خصاهم لتستعمل فيما يفيد الناس (٣) ولتزل كذلك خصى الشبان الذين يصابون باصابات تقضي عليهم في سيارة او معمل (٤) وحبُّ الناس لاستتباب السلم لا يمنعهم عن التفكير باستعمال خصى الجنود الاقوياء الذين يسقطون في ساحة الوغى، لتجديد شباب الشيوخ

وفي كل ذلك يجب ان يفحص واهب الخصية كواهب الدم في عملية نقل الدم ، فحصاً دقيقاً ليثبت انهُ غير مصاب بالسل او الزهري او غيرهما من الامراض الفتاكة التي قد تنتقل الى من يزرع فيهِ فيضرُّ من حيث اراد النفع

ولما كان الحصول على خصى الناس الذين في ريعان القوة والشباب متعذراً او هو صعب عمد الدكتور فورونوف المعروف في هذا القطر الى استئصال الغدد الجنسية من القردة واستعمالها لهذا الغرض . فجرّب تجاربهُ في الغنم والماعز فأسفرت عن نتائج شبيهة بالنتائج التي اسفرت عنها تجارب شتيناخ في الجرذان مع ان الاول يعللها بغير تعليل الثاني

ثم اخذ فورونوف يستأصل خصى القردة العليا ويزرعها في الناس الذين يتقدمون للعملية ويدعي ان النتيجة شبيهة بالنتيجة التي حصل عليها شتنشترن في فينا بزرع خصى الشبان في غيرهم . ولكن الادلة المؤيّـدة تشير الى ان آثار هذا الزرع لا تستمرُّ طويلاً متى كان الكائن الذي تستأصل منهُ الغدة والكائن الذي تزرع فيهِ من نوعين مختلفين . وكلما بعد المدى بينهما ضعف أثر العملية . اما المستحضرات الطبية التي تباع في السوق ويقال انها تحتوي على المفرزات الداخلية التي تفرزها الغدد الجنسية فلم تبلغ بعدُ — في الغالب — درجة صالحة للاستعمال في نوع الانسان مع انها أصابت بعض النجاح في الحيوانات

غرائب المناعة

تشير المباحث الحديثة التي يقوم بها الدكتور متالنيكوف Metalnikov في معهد باستور الى امكان الحصول على مناعة وقتية ضد مرض من الأمراض بمجرد أمر الآمر. ولا يبعد ان يصبح في حيز التنفيذ العملي دعوة فرقة من الجنود الى الانتظام ثم ينفخ في البوق امامهم لحن معين فيكتسبون مناعة ضد الحمى التيفودية او الكوليرا!

ان مسألة المناعة من أخطر المسائل في علوم الحياة والطب. ومناعة الجسم، أي مقاومتهُ لمكروبات الامراض التي تغزوه، صفة من الصفات الاساسية في الاجسام الحية. فثمة اولاً المناعة الموروثة التي تولد في الجسم ساعة يولد. فالانسان منيع على الطاعون البقري وكوليرا الدجاج أي لا يمكن ان يصاب بهما. والاساريع منيعة على الدفتيريا والكزاز ولو حقنتها بجرعات كبيرة من ميكروباتهما، فان الكريات البيض في دمها لا تلبث بضعة أيام حتى تلتهم هذه الميكروبات جميعاً

ثم هنالك مناعة مكتسبة. فالاصابة بالحصبة مرة تمنحنا مناعة ضد الحصبة مدى الحياة على الغالب. كذلك الاصابة بالجدري. ومنذ أن قام العلامة باستور بمباحثه الخالدة تعلم الاطباء كيف يمنحون الجسم مناعة مكتسبة ضد أمراض معينة. فالحقن بجرعة من مكروبات مرض معين، بعد معالجتها بالاحماء او غير ذلك من طرق المعالجة لكسر شوكتها، يهيء الجسم لهجوم الميكروبات الفائعة، فيعرف كيف يتّقيها. والحقن بالمكروبات الضعيفة، ينشىء في الدم مواد كيمائية، تعرف بالاجسام المضادة، وهذه اذا جاءت الميكروبات الفائعة، قتلتها او جعلتها طعمة سائغة لكريات الدم البيض

فالمناعة، موروثة او مكتسبة هي احدى غرائز البقاء او المحافظة على الكيان. ودرس هذه الظاهرة في النبات والحيوان يجلو لنا فرقاً من اخطر الفروق بين الاجسام الحية وغير الحية. على ان غرائز البقاء تقتضي جهازاً عصبيًّا. فالدفاع، سواء كان بالقتال او بالتماوت يسيطر عليه الجهاز العصبي. وافعال الدفاع، في الغالب افعال عكسية عصبية، لا سيطرة شعورية للدماغ عليها

من هنا بدأ الدكتور متالنيكوف بحثه فسأل نفسه: اليست المناعة ضد المرض، وهي من اقدم واخطر وسائل الدفاع عن النفس، خاضعة لسيطرة الدماغ كذلك؟

جرب الدكتور متالنيكوف تجاربه الأولى بالاساريع Caterpillars . ولهذه الحيوانات ميزتان خاصتان تجعلانها صالحة لمثل هذه التجارب. اولاً يسهل توليد المناعة ضد الأمراض فيها فاذا حقنت هذه الاساريع بجرعات كبيرة من مكروبات الكوليرا قضت عليها، ولكن تتولد فيها مناعة ضد الكوليرا في خلال اربع وعشرين ساعة اذا حقنت حقناً متتالية بجرعات صغيرة. والميزة التالية

ان دماغها ليس مركّزاً في مكان واحد من جسمها كدماغ الانسان . فهو مقسم أقساماً عديدة ، في كل مقطع منها قسم قريب من الجلد ، فكأن هــذه الاقسام عقدٌ من الحبّات ، تتصل كل حبة بالاعصاب التي تمتدُّ في الجسم . ويسهل على الباحث ان يتلف أحد هــذه الاقسام بغرزة ابرة من دون ان يميت الحشرة نفسها

فأسفرت التجارب التي جرّبها متالنيكوف عن ان مقدرة الحشرة على توليد المناعة في جسمها لا يتأثر قط اذا اتلفت جميع اقسام الدماغ في جسمها الاّ القسم الخامس من الرأس . ذلك انهُ اذا اتلفت خلايا الدماغ في هذا المركز اصبحت الحشرة لاتستطيع ان تولد المناعة في جسمها ضد مكروبات الكوليرا . ففي هــذا برهان قاطع على ان للجهاز العصبي يداً في دفاع الحيوان عن نفسهِ ضد مكروبات المرض

فلما ثبت لهُ هذا في اجسام الاساريع ، اراد ان يعرف موقف الحيوانات الفقرية — ومنها الانسان — من هذه الحقيقة . ولكن التجربة في الحيوانات الفقرية اكثر تعقداً منها في الحشرات . وصحيح ان تجارب كثيرة كانت قد جربت في الكلاب باتلاف بعض مراكز الدماغ ومراقبة النتائج في تصرُّف الكلب فعرفت وظائف مراكز الدماغ المختلفة بوجهٍ عام . ولكن الوصول الى تعيين الخلايا الدماغية التي تسيطر على المناعة بهذه الطريقة ، عمل معقّد مملٌّ . لذلك اختار الدكتور متالنيكوف خطة اخرى للبحث

لقد بينا ان اعمال الدفاع في سبيل البقاء ، في الجسم الحيّ ، هي في الغالب افعال عصبية عكسية reflex action اي انها تتم من دون سيطرة الدماغ الشعورية . فالايّل يفرُّ مبادرة اذ يرى شيئاً متحركاً . والرجل الذي يوشك ان يغرق يتعلق باصغر الاجسام الطافية . ومنهُ المثل العربي (الغريق يتعلق بحبال الهواء) . وقد عني الاستاذ بافلوف الروسي في اواخر القرن الماضي ومطلع هذا القرن بدرس هذه الناحية من الافعال العصبية فوسَّع نطاق معرفتنا بها . وقد اثبت بافلوف انهُ اذا كان الباعث على فعل عصبي عكسي يصحبهُ باعث آخر ، امكن بعد ترديد الباعثيْن مراراً ، الاستغناء عن الباعث الاول والاكتفاء بالباعث الثاني في استثارة الفعل العصبي نفسهِ . فاذا قدّمت لكلب طعاماً كان تقديم الطعام باعثاً على سيل لعابهِ . وسيل اللعاب في الكلب يتم بفعل عصبيّ عكسي . فاذا اقترن تقديم الطعام بقرع جرس ، عدة مرات ، ثم استغني عن تقديم الطعام واكتفي بقرع الجرس ، كان قرعهُ باعثاً على سيل اللعاب ، اي على احداث الفعل العصبي العكسي . وهذا فعل عكسي عصبي محوّل . وقد دعي بالانكليزية Conditioned reflex وكتب عالم في مجلة نايتشر ان هذا الاسم غير موفق ، لذلك نرى ان ترجمتهُ الحرفية — اي بالفعل المعكوس الشرطي او المشروط غيرُ موفق كذلك ، والافضل ترجمة الاصطلاح بمعناه — وهو التحوُّل . والتحول هنا هو سيل اللعاب لقرع الجرس بدلاً من سيله لرؤية الطعام

وقد اختار الدكتور متالنيكوف اسلوب « الافعال العصبية المحوَّلة » لامتحان فكرة المناعة التي اثبتها في تجاربهِ بالاساريع ، حتى يعلم هل لدماغ الحيوانات الفقرية اثر في توليد مناعة الجسم اولا

اخذ طائفة من الارانب وخنازير الهند ، وحقنها بمكروبات مرضية اضعف فعلها بالاحماء وفي الوقت نفسهِ كان يدغدغ الحيوانات المحقونة ويخمش آذانها أو ينفخ ببوق معين على مقربة منها . فتولدت المناعة في اجسامها بالطريقة العادية . ثم لم تلبث هـذه المناعة ان زالت كما تزول كل مناعة مكتسبة بعد زمن قصر أو طال . وزوال المناعة المكتسبة يعني ان الارانب وخنازير الهند اصبحت غير قادرة على مقاومة مكروبات المرض الفائعة اذا دخلت جسمها. ولكن بدلاً من ادخال مكروبات المرض الفائعة في جسمها لمعرفة مقدرتها على مقاومة المرض وهل هي لا تزال عندها مناعة او لا ، توجد طرق اثبتها العلم تعرف بها حالة دم الحيوان وهل زالت مناعتهُ المكتسبة او لم تزل . ذلك انهُ اذا اكتسب الدم مناعة حدث فيه تحوُّلان : اولاً يزيد عدد كرياتهِ البيض . ثانياً تتكون اجسام مضادة . فالكريات البيض يمكن احصاؤها. والاجسام المضادة يمكن الكشف عنها بكواشف خاصة ، مثل وضع قطرات الدم في انبوب واضافة ميكروبات اليها فاذا فتك بالمكروبات ثبت ان في الدم اجساماً مضادة

واذن بعد انقضاء زمن ، تزول المناعة المكتسبة من دم الارانب وخنازير الهند . وتصبح حالة دمها عادية . فليس فيهِ اجسام مضادة ، وليس فيهِ زيادة في كرياتهِ البيض . كذلك الانسان ، فانهُ اذا حقن ضدَّ الحمى التيفودية او الكوليرا ، زالت مناعتهُ المكتسبة بعد سنة او سنتين فيجب ان يحقن نفسهُ من جديد اذا شاء ان يبقى منيعاً عليهما

وهنا مكان الاكتشاف الجديد . ذلك ان الدكتور متالنيكوف وجد انهُ بدلاً من ان يعيد حقن خنازير الهند بالمكروبات ليعيد الى دمها المناعة المكتسبة التي زالت بعد زمن ، تمكن من ان يجدد هذه المناعة بمجرد دغدغتها او خمش آذانها او النفخ ببوق على مقربة منها ، اي بتكرار الفعل الذي صحب الحقن من قبل — وهو من قبيل الفعل العصبي المحوَّل . وعلى أثر ذلك ظهرت في الدم الاجسام المضادة . ويقول الدكتور منرو فوكس — استاذ الحيوان بجامعة برمنغهام ومحرّر مجلة « الخلاصات البيولوجية » الذي لخصنا عنهُ ما تقدم — ان هذه النتائج أيَّدها باحثون آخرون قاموا بتجاربهم على حدة وهي تثبت اولاً ان للجهاز العصبي يداً في المناعة ، وان هذه الحقيقة قد تكون ذات خطر في شؤون الناس الصحية . وليس في ذلك ما يثير العجب . فالاوذيما (انتفاخ في اليدين) والحروق والجراحات شفيت بالاستهواء . والقيء والنوم والتغيُّر في ضغط الدم افعال يمكن احداثها بكلمة او بفعل عكسيّ محول

العلم وصلة البنوّة

قيل ان العادة جرت بين ملكات فرنسا في غابر الزمان على ان يلدن مواليدهنَّ في مكان عام لينتفي كل ريب في ان المولود هو مولود الملكة لم يستبدل بغيره من اصل وضيع

اما وقد شاع الطلاق في البلدان الاوربية والاميركية وتعقدت مسائلهُ فصار لا بدَّ من طريقة علمية لاثبات صلة البنوّة بين ابنٍ وأبيهِ لان القضايا الكثيرة التي تعرض على المحاكم كلَّ سنة تشتمل فيما تشتمل عليهِ من الامور، ضرورة النظر في صحة البنوّة والحكم فيها . ومن اشهر هذه القضايا قضية الشريف جون رسل نجل لورد امپتهيل . فقد حُكم بالطلاق بين هذا الشريف وزوجتهِ سنة ١٩٢٣ فاستأنفت الزوجة الحكم الى مجلس اللوردات فطعن الشريف في صحة بنوة ابنهِ ولكن المجلس الاعلى حكم في سنة ١٩٢٦ بان الولد هو الابن الشرعي لوالديهِ الشريف جون رسل وزوجتهِ كرستابل هيوم رسل . وبعد الحكم وقف اللورد دونِدِن وقال : « ان الضرر الذي قد يلحق بطفل من قضية كهذه قد اصاب هذا الطفل كاملاً . ان صحةَ بنوتهِ معترف بها في نظر القانون ولكن قضي عليها في عيون الناس »

ولما كانت هذه القضية لا تزال قيد النظر وقف المستر هايستنغز احد المحامين عن الزوجة وقال ان الطعن في صحة بنوة الطفل يجب ان يقوم على « ادلة قوية واضحة كافية وقاطعة » . ولكن ما هي هذه الادلة ؟ لقد ظلت بنوة هذا الطفل المسكين في معرض الريب من سنة ١٩٢٣ لما رفعت قضية الطلاق الى سنة ١٩٢٦ لما حكم فيها . وكان ابوهُ حينئذٍ يبغض امهُ كلَّ البغض فاتهمها بما اتهمها بهِ . ما ذنب الطفل البريء ؟! الم يكشف عن طريقة تمكننا من معرفة الحقيقة في امثال هذه المسألة قبل اشتهار القضية بعرضها على المحاكم ووصفها في الصحف ؟

***

والظاهر ان الاستاذ زانغميستر الالماني احد اساتذة جامعة كونجسبرج كشف عن طريقة تمكنهُ من اثبات صلة البنوّة بين الولد وابيهِ بواسطة دمهما . ذلك انهُ اذا مزج مصل دم الطفل بمصل دم ابيهِ كان هذا المزيج مختلفاً عن كل مزيج آخر من قبيلهِ . ولا بدَّ في تمييز هذا الفرق من الاعتماد على الآلات الدقيقة في المعمل الكيماوي

وطريقة الدكتور زانغميستر تقوم على ما يعرف لدى علماءِ الكيمياءِ الطبيعية « بفعل تندل » . فكلٌّ من قراء هذا الكتاب قد شاهد شعاعةً من نور الشمس تدخل من كوة ضيقة الى غرفة مظلمة فيُرَى بها الهباءُ المنثور في طريقها . ولولاها لكانت رؤيتهُ متعذرة . ذلك لان النور يصيب هذه الدقائق المنثورة في الهواء فينكسر وينعكس اويتفرق عنها فتُرَى بهِ . وقدعني الاستاذ تندل

الطبيعي الانكليزي بدرس هـذه الظاهرة في القرن التاسع عشر فنسبت اليه . وهي لا تنحصر في دقائق الهواء بل تبدو لدى مرور شعاعة من النور في سائل فيرى الباحث ما قد يكون معلقاً في هذا السائل من الدقائق التي لا تراها العين لولا مرور الشعاعة

واكثر المواد التي تتركب منها اجسام الاحياء غروية (كولويدية) القوام . اي ان دقائق المواد المختلفة التي يتركب منها الجسم تكون معلقة في سائل ولا ترسب في قعر الاناء الذي يحويها

على ان هذه الدقائق اصغر من ان تراها العين المجرَّدة بل اصغر من ان ترى بالمكرسكوب . ولكن وجودها يعكر صفاءَ السائل على نحو ما يعكّر العرق باضافة قليل من الماء اليه . والدم محاول غروي من المواد البروتينية التي تبنى منها اجسامنا . ففي هذه المحلولات الغروية يبدو فعل تندل . انها عكرة ولو تفاوتت درجات عكرها . فاذا اخترقتها شعاعة من النور تكسرت على كل دقيقة من المواد المعلقة فيها فتتفرق عنها . فاذا كانت لدينا ادوات دقيقة الاحساس لقياس درجة « العكر » أو قوة النور المتفرق عرفنا ان نفرق بين محلول وآخر . وخلاصة طريقة زانغميستر هي هذه : ان المزيج الحاصل من مصلي شخصين قريبي صلة الرحم اصفى من المزيج الحاصل من مصلي شخصين بعيديها . والفرق لا يرى بالعين المجردة ولكن تمكن رؤيته وتعيين درجته بآلة حساسة استنبطت خصيصاً لذلك

اذن نأخذ مصلي رجلٍ وطفل نريد ان نتثبت من بنوته لذلك الرجل ونمزجهما ونضعهما في انبوبة ثم تُسدَّد شعاعة من النور الى هذه الانبوبة وتوضع امامها الآلة الخاصة المذكورة حتى يستطيع الباحث ان يرى ممرّ شعاعة من النور بها فيرى مقدار النور المتفرق عن الدقائق الكولويدية فتقاس قوته قياساً دقيقاً في الآلة بموازنتها بقوة النور المتفرق عن زجاجة مدخَّنة . لان الزجاجة المدخنة هي في الواقع محلول غروي جاف . ويظل الباحث يغيّر ويبدل الزجاجات المدخنة التي عنده حتى يقع على زجاجة تكون قوة النور المتفرق عن دقائقها مثل قوة النور المتفرق عن دقائق المزيج الدموي ومن ثم تعيّن قوة النور المتفرق عن دقائق السائل في ممرّ شعاعة النور . واستعمال هذه الآلة دقيق جدًّا . ويحتاج الى مرانة طويلة . وقد يكون عرضة للخطاء اذا اعتمد فيه على العين المجرَّدة

كان الغرض الأول من التجارب التي افضت الى هذه الطريقة في امتحان صحة البنوة محاولة الكشف عن النساء اي الحمل في بدئه . فأُخذ مصل الدم من امرأة حاملٍ ومزج بخلاصة من نسيج الرحم وقوبل بين هذا السائل وسائل آخر حاصل من مزج مصل امرأة غير حامل بخلاصة الرحم . فوجد ان المزيج الأول اشدُّ صفاءً . فأعيد امتحان ذلك مائة مرة فكانت النتيجة واحدة ثم ثبت ان هذا الفرق يضعف بعد الوضع ثم يزول بعد اسبوعٍ فهو اذن عائد للحمل

بعد ذلك أُخذ مصل مولود جديد ومُزِجَ بمصل امه فتعكر المزيج اولاً ثم اخذ يصفو رويداً رويداً وجعل النور المتفرق يقلّ لقلة الدقائق التي تفرقه حتى تم التفاعل بينهما في بضع ساعات . فأعيد امتحان ذلك في ٨٠ حادثةٍ فوصل الباحثون الى النتيجة نفسها . وللتدقيق في البحث أُخذوا

مصل المولود الجديد ومزجوهُ بمصل غير مصل امهِ فلم يشهدوا فيهِ ذلك الصفو الذي اتى تدريجاً على المزيج الاول وظلت قوة النور المتفرق عن دقائقهِ هي هي واعيدت هذه التجربة مراراً والنتيجة واحدة . وتمادوا قليلاً في بحثهم فأخذوا مصل مولود جديد ومزجوهُ بمصل دم ابيهِ وعينوا درجة قوة النور الذي تفرقهُ دقائق المزيج . ثم مزجوا مقادير اخرى من مصل المولود بأمصلة من رجال آخرين غير ابيهِ ولاحظوا قوة النور الذي تفرقهُ الدقائق . فوجدوا في ١٩ تجربة جربوها ان مزيج مصل المولود ومصل ابيهِ يقع فيها التفاعل المذكور سابقاً حتى يصبح اصفى جدًّا من الامزجة الاخرى

هذا عن المواليد . ولكن ما اثر هذا الامتحان في الابناءِ المتقدمين في السن لأن موقف هؤلاءِ هو المعرَّض للريبة غالباً في قضايا الطلاق وتوزيع الارث . لقد جربت هذه الطريقة في ١٤ منهم تتباين اعمارهم من خمس سنوات الى ثلاثين سنة فكانت النتيجة مماثلة لنتائج التجارب السابقة

على ان الطريقة التي تقيم العين البشرية حكماً نهائيًّا قد تضلُّ . لان العين قد تتوهم انها تبصر بشيءٍ لانها ترغب فيهِ . فالباحث في هذا الصدد قد يكون منتظراً ان يرى نوراً متفرقاً اشراقهُ من قدر كذا فيبصرهُ كذلك ولو لم يكن كذلك . وعليهِ فلا بدَّ من الاعتماد على آلة لا تخطئ في تحقيق الفرق بين قوة النور المتفرق من مزيج مصليّ واحد والنور المتفرق من مزيج آخر . وقد وجد الدكتور زانغميَّستر آلتهُ المنشودة في البطرية الكهرنورية او « العين الكهربائية » على ما تسمى عادة (راجع ص ٢٥٦ من هذا الكتاب) وقد استعملت هذه البطرية الكهربائية في قياس قوة النور الذي تفرقهُ الدقائق المعلقة في مزيج مصليّ كالتي تقدم ذكرها فأيدت نتائج التجارب على ما حققتهُ العين البشرية

ولم يقتصر على مشاهدة « فعل تندل » في درس هذه الطريقة بل عمد الباحثون الى (الالترامكرسكوب) الذي يمكنهم من مشاهدة الدقائق الغروية وكيف تجتمع الدقائق الصغيرة كتلاً كبيرة متى مزج المصل من دم ابن بمصل دم ابيهِ . ويتم ذلك في نحو دقيقتين بعد مزج احدهما بالآخر . ويظل هذا التكتل جارياً مدة ساعتين حتى يتمُّ التفاعل . وهذا يؤيد نتائج التجارب السابقة . على ان هذه النتائج لا تثبت في دواوين العلم الاَّ متى اعيدت مراراً في احوال مختلفة وشعوب متفرقة وعلى ايدي علماء مختلفين . وبحث الدكتور زانغميستر لا يزال في مهده وانما يظهر ان طريقتهُ لها اساس علمي معقول

وعلى رغم الفائدة الكبيرة التي تجنى من ابتداع هذه الطريقة في المحاكم فان خطورتها البيولوجية تفوق كل وصف . لأن الحقائق التي كشف عنها في اثناءِ البحث تلمس اعمق المسائل البيولوجية وهي الفروق بين الافراد . فالبروتوبلاسمة مؤلفة من مواد اكثرها مواد بروتينية . ولدى العلماء ما يؤيد القول بأن الفرق بين نوع من الحيوانات ونوع آخر انما يعود الى الفرق في بعض المواد البروتينية التي تتألف منها مادتها الحية . وقد نجد تعليل الوراثة في انتقال صفات بروتينية خاصة من نسل الى نسل . ألم ترَ ان مزيج مصل الابن بمصل ابيهِ يختلف عن كل مزيج آخر من هذا القبيل ؟ والدم سائل بروتيني غرويّ . وقد يصحُّ القول بأن هذا البحث قد خطا بنا خطوة كبيرة نحو فهم الفروق الكيمائية بين الافراد .

انسان المستقبل

المرجّح ان انسان المستقبل سوف يكون أمدّ قامةً ، وأذكى عقلاً ، واشدّ مناعة ضد الامراض من انسان اليوم . والمحتمل ان يضيف بضع سنوات الى مدى حياته بل قد يتمكن من ان يتحكم في مواليده من بنين وبنات

بهذه العبارات البسيطة يلخّص بحث طائفة من أشهر علماء الحياة في هذا العصر ، الذين اثبتوا بتجارب تنطوي على براعة وابداع ، ان الشكل واللون والحجم والبناء والطبائع والمزايا الشقية Sex في بعض الحيوانات يمكن تغييرها ، بل يمكن ان يقلب اتجاهها قلباً تامّاً . وقد تحكّموا في افعال الحياة الاساسية في عالم الحيوان ، حتى أصبحوا قادرين من ناحية سيطرتهم على افعال الوراثة ومزايا البيئة ان يحولوا السمندل Salamander من حيوان مائي الى حيوان بريّ ، وان يضاعفوا جرم الفئران والجرذان والسمادل ، وان ينشئوا ضرباً من ذباب الفاكهة لا اجنحة لهُ ، وصنفاً من السمك لا عيون لهُ ، ويعكسوا الشقّ في الطيور والضفادع — اي يحولوا الذكر الى انثى والانثى الى ذكر —

يعترف بعض البيولوجيين ان طبيعة الانسان ومصيره يتغيران باحداث تحويل في عوامل الوراثة ، او انقلاب كبير في احوال البيئة . ولكن الامل الكبير في امكان السيطرة على خصائص الانسان ، من الناحية البيولوجية ، يقوم بالسيطرة على احوال معينة في خلال تكونهِ ونموهِ . فالمشكلة التي امامهم ، هي الكشف عن العوامل والوسائل التي تمكنهم من تطبيق ما عرفوهُ عن الحيوان ، على حياة الانسان . فقد ثبت لهم ان المادة الحية شديدة المرونة . وانها تعنو للعوامل التي توجهها اليها اذا عرفنا هذه العوامل وخصائصها معرفةدقيقة . وعليهِ فالتقدم البشري لا يكون بعد الحصول على هذه المعرفة ، عرضة لتصاريف الاقدار ، بل ان انسان المستقبل ، سوف يكون اشبه شيءٍ بمثّال بارع ، ينشئ الحياة على المثال الذي يراهُ بالتحكّم في اغراض الحياة ومصيرها

في هذا العمل الباهر لا بدّ ان يكون للهرمونات (مفرزات الغدد الصُمّ) مقام وايّ مقام فهي تسيطر على جرم الجسم : هل نكون اسوياءَ او اقزاماً او مردة ، بل هي تسيطر على طبائعنا ، هل نكون شديدي النشاط او شديدي الكسل ، وهل تحوّل اجسامنا الطعام الذي نأكلهُ او لا تحوله ، هل نكون من الزعماء في جماعتنا او من الاتباع ، وهل تتصف عقولنا بصفات الرجل الاجتماعي الامثل او نكون من المجرمين ؟

وقد استعمل بعض الاطباء خلاصة الغدة الدرقية في حقن اناس ولدوا ونشأوا صغار الجثة قصار القامة فكان من أثر هذه الخلاصة التي حقنوا بها ان اصبحوا مديدي القامة

وقد صرح الدكتور ردِل رئيس «جمعية درس المفرزات الداخلية» ان هرمون الغدة النخامية قد يستفرد مثل هرمون الغدة الدرقية قريباً . او قد تنقضي سنوات قبل استفراده . ولكنهُ اذا استفرد وعرفنا كل ما يجب ان نعرفهُ عنهُ امكن استعماله في خلال ادوار الطفولة في المواليد الذين يثبت ان غددهم النخامية ضامرة وينتظر ان ينشأوا اقزاماً فيحول الحَقْن بخلاصتها دون ذلك

ثم ان التقدُّم في درس المناعة ، ووسائلها ، ينبيء بحلول يوم ، يستطيع فيهِ الاطباءُ من تحصين الطفل ضدَّ امراض الطفولة ، وتحرير الكبار من قيود الادواءِ التي تصيب الجسوم والعقول

ولما سئل الدكتور ردِل عن مستقبل الذكاءِ الانساني ، قال من المتعذر ان نتنبّأ بما قد يبلغهُ الذكاء الانساني من التقدم ، بالنظر في الحقائق المسلَّم بها الآن . ولكن عقل الانسان مرتبط ببناء جسمهِ ، ويستحيل علينا ان ننظر الى العقل والجسم ، كأنهما وحدتان منفصلتان . فاذا تمكن الانسان من ان يسيطر على نموّه الجسماني ، فلا يعقل ان يصرف العناية عن محاولة درس الاحوال والبواعث التي تمكنهُ من التأثير في قواه العقلية . والراجح ان يوجه الباحثون في المستقبل عنايتهم الى درس العوامل التي تجعل من الانسان الواحد ، سياسيًّا خطيراً ، او ماليًّا كبيراً ، او عالماً نابغاً، او عاملاً بسيطاً ، والمحتمل ان يتمكنوا بعد ذلك من السيطرة بعض السيطرة عليها

هذه الاقوال العجيبة مبنية على احتمالات علمية اسفر عنها التقدم العظيم الذي تمَّ في علوم الحياة في خلال نصف القرن الماضي . وتحقيقها متوقف الى مدى، على السيطرة التي يستطيع الانسان ان يعالجها في البيئة الطبيعية والاجتماعية ، وعلى استعمال الغدد الصم ومفرزاتها ، وتطبيق القواعد التي كشفها البحث في الوراثة وارتقاء العلوم الطبيعية على اختلافها

ان كروموسومات الخليـة اشبـه شيءٍ بعصيٍّ ، او حبيبات دقيقـة منظومة في عقود والكروموسومات مؤلفة من عوامل الوراثة ، والى هذه العوامل ترتدُّ الصفات الانسانية الاساسية: هل الشخص ذكر او انثى ؟ هل هو ازرق العينين او اشهلهما . هل في تركيب جهازه العصبي حاسة الموسيقي المرهفة ؟ ان الفرق بين بيتوفن العظيم ، والرجل الابله ، ليس الاّ فرقاً في انتظام عوامل الوراثة في الكروموسومات ؟ فاذا تغيَّر انتظام هذه العوامل في الخلايا ، ظهر في النسل تحوُّل في الصفات الوراثية ، حتى ولو لم تتغيَّر احوال البيئة التي يعيش فيها ذلك الكائن . وقد يكون التحوُّل غير منتظر على الاطلاق ، في شق الكائن (ذكراً او انثى) او لون شعرهِ ، او لون عينيهِ ، او مقدرتهِ العقلية

خذ مثلاً على ذلك ذبابة الفاكهة الاميركية المعروفة بالدروسوفيلا . ان لون العين الاحمر في هذه الذبابة يرجع في الغالب الى انتظام خمسين زوجاً من عوامل الوراثة ، انتظاماً معيّناً . فاذا اتلفت عاملاً واحداً من هذه العوامل المائة ، كانت النتيجة ان عين الخلف لا تكون حمراء بل تكون بلا لون على الاطلاق . وكذلك ترى ان عاملاً وراثيًّا واحداً ، يحوّل صفة معينة ، اذا كان ناقصاً او اذا كان غير سويّ . ولكن امامك خمسون زوجاً من العوامل ، تنتظم جميعاً لاحداث صفةٍ لاخطر خاص لها في

حياة الذبابة ، هو لون العينين . واذاً فالطرق امامك متعددة لاحداث تغيير في لون عينيها

وكذلك في النسل الانساني . فعوامل الوراثة عديدة لا تحصى ، واحتمالات انتظامها في اشكال متباينة عديدة كذلك . واذاً فالنسل يختلف عن الابوين ، ويختلف افراده بعضهم عن بعض . وهذا يعلل لنا نجوب ، عبقري عظيم ، كشكسبير ، او لنكن ، او بيتوفن ، من والدين لم يمتازا بشيء من دلائل العبقرية . وهو يعلل لك كذلك ، ان اولاد نبوليون وجوته لم يكونوا عباقرة مثل والديهما

فاذا كنا نستطيع ان نسيطر على تفاعل هذه العوامل الوراثية في انتظامها ، فننظمها نحن كما نشاء ، ولا نترك انتظامها للمصادفة العمياء ، فان الدلائل تدل على اننا نستطيع ان نخلق الانسان الامثل ، بل نستطيع ان نعين الناحية التي يتفوق فيها هذا الانسان : ايكون عالماً ، ام رياضيًّا ، ام مهندساً ، ام زعيماً سياسيًّا ، ام قطباً من اقطاب المال والاعمال

فما هو احتمال بلوغ الانسان هذا المدى من السيطرة على عوامل الوراثة ؟ يقول الاستاذ هلدين J. B. S. Haldane ان امام علماء الحياة طريقين يسلكونهما ، لتغيير عامل واحد من عوامل الوراثة في احد الكروموسومات ، من دون ان يؤثروا في العوامل الوراثية الاخرى . اما الطريقة الأولى فابتداع او كشف مادة كيمائية تؤثر في عامل واحد دون العوامل الاخرى . واما الطريقة الثانية فاستنباط وسيلة يستطيع بها الباحث ان يوجّه الاشعة التي فوق البنفسجي الى جزء صغير جدًّا من الكروموسوم من دون ان يتلف الخلية نفسها.ويقول الدكتور ردل انّنا لا نعلم الآن كيف يجب ان تنتظم عوامل الوراثة البشرية، حتى يخرج من انتظامها الانسان الامثل ، ولكن امامنا طريق علينا ان نسلكه وهو ان ندرس اثر تحوّل عناصر البيئة في الكائنات الحيّة نفسها ، ولكي نحدث تغييراً في الكائنات الحية ، يجب ان نحدث تغييراً في احوال خاصة في مراتب النموّ الاولى . فلننظر الآن ما فعله علماء الحياة في احداث هذا التغيير في الأحوال الخاصة ، وما اثره في السيطرة على اجرام الكائنات وشقها ، وغيرها من وظائف أعضائها

فقد بيَّن بعض علماء الالمان ان بيض الضفادع واجنّتها ، اذا عرّضت لحرارة أعلى من الحرارة العادية التي تتعرض لها، تحوّلت الاناث ذكوراً . واثبتت الدكتورة كتي بونس استاذة علم الحيوان التجريبي في جامعة جنيف انها تمكنت من تحويل عدد غير يسير من ذكور الضفادع الى اناث ، ثم زوجت هذه الاناث بذكور سويّة ، فحملت وولدت . والظاهر من محاضرة لها انها ازالت اولاً الغدد الجنسية من الذكور البالغين فتبع ذلك نموّ عضو صغير ضامر في الضفدع ، ولدى فحصه ، اثبت انهُ يحتوي على بيوض جاهزة للتلقيح . ولم تنفر الذكور من هذه الاناث بل اقبلت عليها . ومما يحير العقل ان نسل الاناث المحوّلة عن ذكور ، كان كلّهُ ذكوراً . ثم ان الدكتور دُمْ Domm الاستاذ بجامعة شيكاغو تمكن من تحويل بعض ذكور الطيور اناثاً وبعض الاناث ذكوراً ، فانهُ ازال المبيض الايسر من ١٧٥ من أناث العصافير وهو المبيض الوحيد فيها ، لان المبيض الأيمن

ضامر هزيل . فلما أُزيل المبيض الأَيسر اشتدَّ المبيض الأَيمن ولكنهُ تحوَّل خصيةً بدلاً من ان يبقى مبيضاً . أي أن هـذا المبيض الذي أصله غدة تناسلية انثوية ، تحول بعد إزالة المبيض الايسر الى غدة جنسية ذكرية . وقد أفرزت هذه الغدد نطفاً للتلاقح . ومن الامور المشهورة ان انقلاب جنس الحيوان لدى فقد غدته يقع في الطبيعة من دون وساطة الانسان . فالحيوان المعروف بالسمندل الذكر اذا جاع بضعة شهور متوالية ضمرت غدتهُ الجنسية . فاذا وجد طعاماً بعد ذلك عادت الى النمو ولكنها تنقلب غدة انثوية . والدجاج يقع لهُ ما هو شبيه بذلك اذا اصيب بالتدرُّن

ومن غرائب ما يذكر في هذا الصدد ان الصفات التناسلية في فتاة تحوَّلت من صفات انثوية الى صفات ذكرية على اثر ظهور خرَّاج جعل مفرزات غددها الصمّ اكثر مما هي عادةً . وكان الدكتور آبل العلامة الاميركي وأحد اساتذة جامعة جونز هبكنز يعالجها فشهد بأن جميع صفاتها الجنسية الثانوية الجسمية والنفسية كانت صفات ذكور . وقد عادت الى انوثتها على اثر عملية استؤصل فيها الخرَّاج وارتدت الغدد الى حالتها السويَّة

ومن الحيوانات التي تجرب بها هذه التجارب حيوان السمندل وهو في موطنهِ الاصلي حيوان مائي يتنفس بخياشيم ويتصف في خلال ادوار حياته جميعها بصفات الحيوانات البحرية ولكنهُ اذا نقل الى مواطن اخرى معينة او اذا قُضي عليهِ في دور معيَّن من نموّه ان يعيش في الهواء او اذا غذي بقطعة من نسيج الغدة الدرقية ، تحوَّل الحيوان المائي الى حيوان برّي . ثم اذا غذي بقطعة من الفص الخلفي في الغدة النخامية ضخمت جثتهُ حتى ليصبح جرمها ضعف جرمها الاصلي اذ يقتصر الحيوان في غذائهِ على طعامهِ المألوف . وقد وصل الباحثون الى النتيجة نفسها في الجرذان اذ حقنت بخلاصة الغدة النخامية . ويستطيع الباحث العلمي ان يربي سمكة ذات عين واحدة مع انها في الطبيعة ذات عينين باضافة احد المخدرات او احد املاح المغنيزيوم الى الماء الذي يفقس فيهِ بيض السمك

بل يستطيع الانسان ان يتدخل في دور معين من ادوار حياة دودة من الديدان وبتغيير احوال البيئة يقرر اي طرف من طرفي الدود يكون رأسها واي طرف يكون ذنبها . ولا تقل عجائبهم في تغيير الوان الحيوانات عمَّا تقدَّم ، فالدجاج الابيض الريش يحوَّل الى دجاج اسود الريش

من المتعذَّر الآن تطبيق هـذه الحقائق على النوع الانساني وخصوصاً فيما يرتبط بالتناسل لان تجربة التجارب التناسلية بالانسان أمر تعافهُ نفوسنا ولكن اذا تقدَّم البحث في الوسائل الاخرى القائمة على احداث تغيير في الكائن الحيّ بتغيير أحوال بيئتهِ في أدوار معيَّنة في نموّهِ وبوجه خاص فيما يتعلق بالغدد الصمّ فلا يبعد ان يصبح علماء الحياة عاملاً من عوامل الطبيعة في انشاء الانسان على أعلى مثالٍ يتصورونهُ

غوامض علوم الحياة

كثيراً ما يطرق سمعنا اقوال يفوه بها المتعلمون وطلاب العلم ، تنطوي على ان « العلم الحديث عارف بكل شيء قادر على كل شيء » بل اننا نحن نقول هذا في بعض الاحيان

ومما لا ريب فيهِ ان فتوحات العلم في ميادين العلوم الطبيعية والكيمائية والحيوية (البيولوجية) فتوحات عظيمة . فهذا عصر الآلات والالكترونات ، عصر الغرويات والكروموسومات . لقد امتدَّ بصر الفلكيين بضعة ملايين اخرى الى رحاب الفضاء ، واتصلوا بألوف اخرى من الشموس والسدم ، فعرفوا بناءها وتصرفها . ونفذ علماء الطبيعة الى معاقل الذرات الدقيقة فوجدوا ان كل ذرة مؤلفة من نواة تحيط بها سحابة من الالكترونات (كانوا الى عهد قريب يقولون ان الالكترونات تدور حول النواة كسيارات الشمس حولها) وكشف الكيمائيون عن مواد فعالة اذا استعملت مقادير مكرسكوبية منها كان من اثرها احداث افعال كيمائية عنيفة في مقادير هائلة من المادة (هذه المواد الدقيقة تعرف باسم Catalysers) . ثم ان علماء الاحياء ادوا نصيبهم من التقدم العلمي في هذا العصر ، بتوسيع نطاق معرفتهم بالوراثة وأساليبها توسيعاً يفوق في ربع القرن الاخير كل ما سبقهُ في القرون السابقة . وجاء في أثرهم طائفة من العلماء والفلاسفة الذين يجمعون في اشخاصهم بين علوم الطبيعة والكيمياء والبيولوجيا فقالوا ان الافعال الحيوية لا تخرج عن كونها افعالاً طبيعية معقدة ، اي انهم لا يحتاجون في تفسيرها الى قوة خارجة عن القوى الطبيعية المعروفة « كقوة الحياة »

حقًّا ان فتوحات العلم عظيمة ! هذا عصر العلم والاكتشاف . عصر « الانسان العلمي » ونحن فخورون بأننا من ابنائهِ . فخورون بمآتي العلماء والباحثين وانما يخطر لنا ، ونحن نعدد مآثرهم اننا نغفل طوائف من الظاهرات الطبيعية ، وبوجهٍ خاص طائفة من صفات الحياة ، ما زالت مستسرة عن فهم العلماء . فنحن لا نستطيع ان ندرجها في جدول الغوامض التي جلوها بضوء العلم الكشاف . وسوف نحصر النظر في هذا المقال في غوامض علوم الاحياء

﴿ لغز التطور العضوي ﴾ ونبدأ الكلام على لغز « التطور العضوي » . نقول « لغز » التطور ، لانهُ رغم جميع المباحث التي قام بها علماء الحياة لا يزال « التطور » لغزاً . لا ريب في حقيقة التطور . والعلماء يعرفون جانباً كبيراً من السبيل الذي سار فيه التطور من اقدم العصور الى الآن . ولكن المسألة الاساسية ، هي فهم سبب التطور وطريقتهِ . فنحن اليوم ، اضعف ثقة

بما قيل في سبب « اصل الانواع » وطريقة تطورها حتى تتلاءم والبيئة التي تعيش فيها ، مما كنا من نحو ستين سنة

ففي الستين السنة او السبعين التي انقضت على نشر كتاب اصل الانواع ، جمع الباحثون من الادلة على ثبوت حقيقة التطور ما يجعلها في حرز حريز من سهام الانتقاد التي توجه اليها . ولكنهم جمعوا كذلك من الحقائق الجديدة عن الوراثة والتباين العضوي ، ما يثبت لنا ان النظريات القديمة التي اقترحت لتعليل التطور لم تعلّله قط . فنظرية لامارك في توريث الصفات التي يكتسبها الوالدون في اثناء حياتهم لا تقوم على اساس ثابت . واذاً فالصفات المكتسبة كما وصفها لامارك لا تورّث وعليهِ فالانواع الجديدة ، المتصفة بصفات تمكنها من ملاءمة نفسها للبيئة الجديدة لا تنشأ كذلك. اما مذهب داروِن المنطقي القائم على ان لكل صفة من صفات الجسم الحي مقاماً من حيث اثرها في النزاع العنيف القائم بين الاحياء ، وان الصفات التي تمكن الكائن من الفوز في هذا النزاع تورث للاجيال التالية، فأقرب الى الاستنتاج المنطقي منهُ الى الحقيقة الواقعة . ومعظم التباينات الداروينية لا قيمة لها في هذا النزاع ولا هي تورث . انما هي في الواقع اختلاف طبيعي طفيف عن المتوسط السوي يقتضيه ناموس الارجحية ، وانها اضعف من ان يكون لها هذا الأثر الخطير في تقرير مصير صاحبها ، وانها تورث اذا كانت قريبة من المتوسط السوي ثم كلما بعدت عنهُ ضعفت قوة توريثها

على اننا في هذا العهد الذي هدمت فيهِ نظريتا لامارك وداروِن في تعليل التطور ، لم يخرج احد العلماء تعليلاً جديداً كاملاً يحل محل التعليلين القديمين . ولعلّ رأي ده ڤريز في « التحول الفجائي « mutation theory » أهمها . وده فريز عالم نباتي هولندي . فقد لاحظ حدوث تباينات وراثية في نسل نبات « زهر الربيع » الناشيء من أصول نامية في بقعة واحدة ، وتحيط بهِ بيئة متجانسة ، وان هذه التباينات ليست الاختلافات التي قال بها دارون . وانما هي اكثر تبايناً منها عن المتوسط السوي ، وانها تورّث مباشرة توريثاً متواصلاً . وقد وجد علماء النبات والحيوان من بعده تباينات متعددة في نباتات وحيوانات مختلفة الاصناف . ويكاد يكون من الثابت الآن ، ان هذا الفعل — فعل التحوّل الفجائي اي ظهور التباينات المتوارثة ظهوراً فجائيًّا — ينشيء انواعاً جديدة . ولكن الباحثين لم يروا حتى الآن انهـا كثيرة الحدوث كثرةً تجعل « التحوّل الفجائي » تعليلاً وافياً كافياً « لاصل الأنواع » وتطورها . فاذا كان « التحول الفجائي » المنشأ الوحيد لتباين الأنواع وجب ان نرى من التباينات الفجائية في الوف من أصناف الحيوان والنبات أضعاف أضعاف ما نراه الآن . وهذا غير الواقع

﴿ تعليل التكييف والملاءمة ﴾ ثم اذا حاولنا أن نعلّل التكييف — وهو جانب خطير من جوانب مسألة التطور — وجدنا كذلك اننا نسير في ظلام حالك . فالتحولات الفجائية لا تحدث التكيُّف المتدرج الذي ينتهي الى التكيُّف التام ، الاّ اذا سارت في الاتجاه الصحيح ، اي يجب

ان يوجد ما يعين حدوث التحول الفجائي في ناحية معينة ثم بتجمع التحولات الفجائية وتواليها ، يحدث التكيف التام . واذا ذكر البيولوجي الحوادث التي تمّ فيها تكيّف الاحياء الدقيق ملاءمة لبيئتها تحقق ان التحول الفجائي ، سواء أكان مستقلاً عن الانتخاب الطبيعي ام مشتركاً معهُ ، لم يكفِ لتعليل هذا التكيف الدقيق . ولنضرب على ذلك مثلاً ، بالتفاعل الدقيق بين بعض النباتات الزهرية والحشرات التي تلاقحها ، او بالملاءمة بين الاحياء التي تثوي فيها الحيوانات الطفيلية والطفيليات ذاتها . دع عنك الامثلة الاخرى التي تبين الملاءمة التامة بين الحيوان ووسائل معيشته وتغذيتهِ ودفاعهِ عن نفسهِ وتناسله . وحينئذ يثبت للباحث ان لا بدّ من فرض عامل موجّهِ لتعليل أسباب التكيف البيولوجي . واذا أدرك علماء الحياة هذا العجز عن تعليل اصل الانواع ، او التكيف البيولوجي ، بتوارث الصفات المكتسبة ، او الانتخاب الطبيعي ، او التحول الفجائي، عمد بعضهم والفلاسفة معهم ، الى الفرض والتصور . وبعض فروضهم تفوق البعض الآخر في سمّتها العلمية . فعلماء الآثار المتحجرة ، الذين يروعهم ما يشهدونهُ في آثار النباتات والحيوانات المستخرجة من طبقات جولوجية متعاقبة من الارتقاء المتجه في خط مستقيم ، يميلون — او اكثرهم يميل — الى فرض تكيّف صحيح الاتجاه ، بفعل مؤثرات داخلية او خارجية ، فعلت في أجيال متعاقبة من الاحياء الى ان انتهت الى اظهار التكيف المطلوب . ولكنهُ يتعذر عليهم ان يوفقوا بين إحجامهم عن الايمان بتوارث الصفات المكتسبة من ناحية ، وبين مقدرة المؤثرات الخارجية ، او عوامل البيئة ، على احداث هذا التكيف . لان العوامل الخارجية لا تستطيع ان تحدث هذا التكيف الاّ عن طريق الوراثة وهذا هو توارث الصفات المكتسبة بعينهِ الذي ينكرونهُ

ثم ان طائفة من علماء الحياة المحدثين ، تسلّم بتكيف او تغير صحيح الاتجاه ولكنها تحاول ان تجد لهُ سبباً لا يضعها في مأزق يحتم عليها التسليم كذلك بقوة داخلية في الكائن الحي يوجه هذا التكيف ، لان هذا التسليم من ناحيتها بهذه القوة انما يعني فرض سرٍ او شيء خفي وليس هذا بالتعليل العلمي الوافي . على ان بعضهم ، وبعض الفلاسفة كذلك ، اقدموا في شجاعة ، على التسليم بقوة داخلية توجه التطوّر الى الامام في سبل معينة ، الى اشكال حية اكثر تعقيداً في البناء وأشد تخصصاً وكمالاً . والواقع ان من يشهد فعل التكيف الواسع النطاق ، المعقد الفعل ، الدقيق التأثير ، واستحالة حدوثهِ من سبيل تغيرات حدثت اعتباطاً ثم انتخب منها ما كان ملائماً ، يضطر اضطراراً ، الى القول بأن قوة خفية ، قد احدثت هذا التكيف ووجّهتهُ

أما الباحث العلمي المدقق — كذت أقول المتعنت — فلا ترضيهِ لفظة قوة «خفية» او «سر» لانها تعني في أذهان الناس ، العجز عن فهمها عجزاً مطلقاً — أي أنها من وراء قوة الادراك البشري . ولكن اذا قصد بها شيء رهن البحث والتحقيق ، وقد يدخل ضمن نطاق الامور التي يكشف العلم النقاب عنها يوماً ما ، فهو يسلّم في هذا المقام باستعمال هذه اللفظة . فأصل الحياة

«سر» الآن ولكن علماء الحياة الذين يتناولون الحياة من ناحيتها الطبيعية الكيمائية يأملون ان يزاح الستار عن هذا «السر» يوماً ما — قد يفوزون بتحقيق أملهم، وقد يبقى هذا السر من وراء العقل البشري . ولكن محاولات الناس لفهمهِ لن تنبتّ سلسلتها

فعلماء الحياة اذاً يواجهون «سرين» عظيمين : «سر» أصل الحياة و «سر» اسباب التطور . فهم يعرفون ما الحياة وما التطوُّر ، ولكنهم لا يعلمون ، وعلمهم لا يستطيع ان يفسر ، كيف بدأت الحياة ، ولا الباعث على التطوُّر او المحدث لهُ . يضاف الى ذلك تعيين ما للوراثة وما للبيئة من أثر في الكائن وينطوي تحت هذا تعيين أثر كل منهما في توجيه مصير الانسان فرداً وجماعةً

***

على ان علماء الحياة يواجهون مشكلات اخرى خطيرة ، تتصل بموضوع الحياة ، وبوجهة خاصة تتصل بالحياة الانسانية . فوعيُ الانسان (Consciousness) ، وانفعالاتهُ وافعالهُ التي يقصد منها خير الآخرين والتي لا فائدة بيولوجية تجنى منها ، وخياله ، وفوق كل هذه روحهُ أو نفسهُ — جميع هذه «اسرار» من اسرار البيولوجيا الانسانية . لا بدَّ من التسليم بالوحدة الكائنة بين بناء الجسم الانساني وبناء الجسم الحيواني ، وبين وظائف اعضاء هذا ووظائف اعضاء ذاك ، وبين غرائز الاثنين ، أو على الاقلّ لا بدَّ من التسليم بشدة الشبه بينها . فالمؤمن بمذهب التطوُّر يرى الناس نتيجة لافعال طبيعية اوجدت اصنافاً منوّعة من الحيوان والنبات ، ولكنهُ يرى في الناس صفات ومميزات ، لا يستطيع ان يدّعي لها تفسيراً علميًّا . وجهد ما يستطيعُ ان يقولهُ ان التفسير العلميّ لها سوف يكشف عنهُ ! وهذا رأي — لا حقيقة — قد يناقضهُ رأي آخر !

﴿ مميزات الانسان ﴾ لننظر الى البيولوجي في معمل بحثهِ وفي دارهِ أو في المجتمع . فهو في المعمل روح العلم مجسماً ، اذا كان عالماً بالمعنى الصحيح . اما في دارهِ فهو مجموعة من المتناقضات ، تكاد لا تلمس أثراً للروح العلمي في سلوكهِ الاجتماعي . انهُ يسترشد في سلوكهِ ، بقواعد وتقاليد ، لا يستطيع العلم ان يفسّرها ولا ان يسيغها . فهو لا يتزوج لاخلاف النسل فقط . ولكنهُ يبحث عن امرأة يهواها او يروقهُ قوامها او سحر عينيها . وهو يحب اولادهُ ، محبةً ، تفوق في مظهرها العناية بالاولاد التي تقتضيها الغريزة البيولوجية ، المتجهة الى حفظ النوع فقط . وهو يضيف الى غريزة التجمّع ، انظمة للاسرة والجماعة والامة ، والى السرور الغريزي بالاصوات السارّة ، فناً دقيقاً من الموسيقى . ثم هو لا يقف عند حدّ الفائدة البيولوجية في انماء قوتهِ على النطق والكتابة والتصوير ، بل ينتج ادباً غنيًّا بالنظم والنثر ، ومتاحف لا تنتهي من الصور والتماثيل . ويعدو ما يطلبهُ النوع من الدفاع عن النفس في بناءِ البيوت ، الى تشييد الكاتدرائيات والتذكارات الفخمة ، ليكفي رغبة مسيطرة عليهِ ، هي عبادة الله في السماءِ وتمجيد انصاف الآلهة على الارض

ما اضيق نطاق المذاهب التي يخرج علينا بها علماء البيولوجيا الميكانيكية ، وعلماء السيكولوجيا

السلوكية ، فانها اذا فازت بتفسير بعض المظاهر البسيطة في فسيولوجية الانسان وسيكولوجيته ، عجزت عجزاً تامًّا عند ما تواجه ظاهرات الحياة المعقدة ، في ميادين التنظيم الاجتماعي ، في الفنون والآداب ، في الرياضيات والمنطق والدين . ففي نطاق ما يجهله العلم من هذه القوى الانسانية ، نجد أخص ما يميز الانسانية عن الحيوانية . اننا لا نستطيع ان نعرّف الانسان بكونه حيواناً فقاريًّا او ثدييًّا ، أو من فصيلة « الرئيسيات » ولا بصفاته الحيوانية التي نستطيع تبويبها — فان هذه التعريفات تدلّ على النشأة التي نشأها من ابناءِ عمومته في مملكة الحيوان — ولكن الصفات التي تجعل الأنسان انساناً انما هي الصفات التي يجهلها العلم الآن

وليس القصد من هذا انتقاص ما يعرفهُ العلم عن الانسان — من الوجهات التشريحية والفسيولوجية والسيكولوجية . وليس القصد كذلك الامساك عن الاعتراف بما كشفهُ علماء البيولوجيا الميكانيكية عن أثر الافعال الطبيعية والكيمائية في الافعال الحيوية . ولا ان نضعف من شأن المباحث التي قام بها البيولوجيون في ميادين التباين والنمو والوراثة وأثر البيئة والانتخاب وغيرها . فكل هذه عوامل اساسية في حياة النباتات والحيوان على السواء . وقد تمّ في ثلاثة ارباع القرن الاخيرة — وفي الربع الاخير بوجه خاص — تقدم كبير في جميع هذه النواحي . ثم ان العلم تقدّم كذلك تقدماً عظيماً في تطبيق المبادىء البيولوجية على اصلاح الاجتماع . ويكفي ان نذكر اسماء العلوم التي ارتقت عن طريقهِ — كالطب والصحة العامة ، والزراعة والتحريج ، وعلم الجنايات واختيار الصناعات وغيرها — لنقدرُ أثر العلم البيولوجي في ترقية العمران

﴿ ما فعلهُ العلم ﴾ في مقالة ظهرت حديثاً لاحد الكتّاب ، أتى الكاتب بالعبارة الآتية : تحت عنوان « ما فعلهُ العلم » لقد مكننا العلم من الانتقال بسرعة تفوق خمسين ضعفاً سرعة انتقالنا قبلاً ، ومن القيام بعمل يفوق مائة ضعف ما كنا نقوم بهِ في يوم واحد ، ومن رفع ثقل يزيد الف ضعف على اي ثقل كنا نرفعهُ ، ومن ارسال صوتنا مسافة تفوق عشرة آلاف ضعف المسافة التي كنا نستطيعها قبلاً

كل هذا حسنٌ ولكننا نستطيع ان ننظر الى المسألة من الوجهة الاخرى فنقول : ان العلم لم يوضح لي توضيحاً وافياً شعوري وضميري . ولم يفهمني لماذا استطيع ان أؤلف في الموسيقي ولا لماذا استطيع ان اوقعها او أتمتع بها — الاّ قوله انني أرث ذلك من والدي واسلافهما . والعلم لم يبين لي لماذا احب ابنتي هذا الحب الجمّ . ولا لماذا أستطيع ان انظم شعراً — اذا كنت استطيع ذلك — او هل لي نفس خالدة ؟

ما عند العلم ، او عند العالم المختص بالبيولوجيا الانسانية ، عن الخلود ؟ الواقع ان ليس عنده شيء . فالعلم يصف لنا ، موت الجسد ، ويتتبع ما يصيبهُ بعد الموت ، لكن هل هذا الموت نهاية الشخصية — سواء كانت نباتية او حيوانية — ؟ انهُ لا يعلم . ومع ان بعض العلماءِ يدعون أنهم يعلمون ، الاّ ان مجملهم يتخذ موقفاً لا أدريًّا

والواقع ان العلماء لا يدرون مع أن بعضهم يسلّم بما يقدم الروحانيون من الأدلة على بقاء الروح بعد الموت . ومع ان العلم لا يستطيع ان يقيم الادلة على بقاءِ الروح بعد الموت ، فهو كذلك لا يستطيع ان ينكر امكان هذا البقاءِ . والعالم الذي ينكر هذا الامكان ، ينكر كذلك قواعد العلم — لان هذا الانكار يعني انهُ عرف كل نظام الطبيعة وان الخلود ليس جزءًا منهُ

والعلم لا يدعي انهُ يعرف — رغم الاشياء الكثيرة التي حققها العلماءِ — الاّ جانباً ضئيلاً من نظام الطبيعة ، ولكنهُ يحاول محاولة مستمرة ان يوسع نطاق معرفتهِ . فالبحث العلمي ، في الجامعات ، والمعاهد ، والجمعيات ، والشركات الصناعية الكبيرة وما ينفق عليهِ من الحكومات والمحسنين ، اعتراف من رجال العلم ومن الجمهور كذلك بقيمة المعرفة العلمية ، وهو كذلك اعتراف، بحدود هذه المعرفة . انهُ اشارة الى كثرة الامور التي نجهلها رغم رغبتنا في معرفتها على وجهها الاوفى

وللبحث العلمي فتوحات عظيمة . فالحقائق تجمع من كل حدب وصوب ، وتبوب ، ويربط بعضها ببعض ، ثم تورّث للاجيال التالية . فلا عجب ان نجد رجال العلم ، وقد أحصوا انتصاراتهم على المجهولات العديدة ، يدعون ، ان النصر النهائي وشيك التحقيق

ولكن طائفة من رجال العلم الذين ادركوا انتصاراتهِ الرائعة ، يعربون عن ريبهم في امكان العلم ان يعرف كل شيء

وخارج نطاق العلم نجد ميدان العقيدة الدينية . وقد ذهب بعضهم الى ان العلم مناقض للدين ، متعصب عليهِ . ولكن هذا يجب ان لا يكون . فثمة متعصبون من رجال العلم ومن رجال الدين . وهؤلاءِ المتعصبون يقولون اقوالاً مبنية على التحكم مثيرة للنفوس . وقد يكون رجال العلم من اكثر اتباع المسيح او محمد حماسةً . وبعضهم كذلك. وقد يكون بعض زعماء الدين في مقدمة الذين يرحبون بكل تقدم علمي. وبعضهم يفعل .وقد يكون العلم على حقٍّ ، وكذلك قد يكون الدين .فالعلم والدين حقيقتان من حقائق الحياة . ويجب علينا ألاّ نحسب احدهما نافياً للآخر بل ان كلاًّ منهما مكملٌ لصاحبهِ . والحياة الكاملة تشتمل على الاثنين وتعتمد على الاثنين

ادعُ علة الاشياء والحوادث « الله » . وادع طريقة حدوثها « العلم » . فالعلم لم يفسر قط العلل الاولى . ولا هو يدركها . انما هو يعنى بسير الحوادث التي يسلّم بها لانهُ يختبرها بأسلوب من أساليبهِ . ومن بواعث السرور ان نطاق المعارف العلمية قد اتسع هذا الاتساع ومن بواعث الاسف ان بعض ضيقي العقول من اتباعهِ يدعون انهُ يعرف اكثر مما يعرف . حقيقة ان هذا غير لازم لتمجيد العلم

لقد ارتقى العلم ارتقاءً عظيماً من عهد الحضارات الاولى الى الآن . ولكننا لا نعرف الآن عن العلل الطبيعية الاولى والنهائية ، اكثر مما كان اليونان يعرفون او المصريون او رجال العصر النيندرتالي . فالسبب الاولي ، والمصير النهائي، خارجان عن نطاقهِ .

خاتمة وبيان

ان المباحث التي تشتمل عليها أبواب هذا الكتاب، تملأ الوفاً من المجلدات في اللغات الاجنبية. فغنيٌّ عن البيان انهُ لا يحتوي الاَّ على نواحٍ يسيرة من المباحث العلمية التي شغلت أذهان العلماء في العهد الأخير، وهي بعض النواحي التي استرعت نظري في خلال قيامي بعملي في المقتطف في السنوات السبع الاخيرة بعد وفاة منشئهِ الكبير. ولست في حاجة الى القول بأنهُ لا فضل لي فيها الاَّ محاولة اختيار الجديد ونقله الى اللغة العربية، محافظة على صلتنا بتيارات الفكر العلمي في الغرب. فحسناتها لاصحابها والهفوات لي. وقد كنت أودُّ ان اسند كل مقال او بعض مقالٍ الى صاحبهِ. ولكنها فصول جمعت في الغالب من مجلاّت مختلفة، وضم بعضها الى بعض، والقليل منها نقل برمتهِ. ولكن ذلك لا يحول دون ذكر العلماء الذين استندت اليهم في النقل بوجهٍ عام

ففي باب غرائب الافلاك كان جلُّ اعتمادي على كتابات السرجيمز جينز في كتابيهِ «الكون الذي حولنا» The Universe Around Us والكون المحجب بالاسرار The Mysterious Universe وفصلين لهُ في مجلة نايتشر Nature اولهما في أصل النظام الشمسي والثاني في ما وراء المجرة — والسر ارثر ادنغتن في كتابهِ النجوم والذرات Atoms and Stars — ومجموعة من المقالات لاعلام العلماء في نايتشر عنوانها «أصل الكون» — وخطبة الرآسة لملكن في مجمع تقدم العلوم الاميركي في «نهاية الكون» ومقالات متفرقة في مجلة السينتفك اميركان جلّها للاستاذ رسل استاذ الفلك في جامعة برنستن

أما باب الطبيعة فيتعذر حصر المصادر التي استقيت منها، لان جلّ ما تحتوي عليهِ فصولهُ من الحقائق اصبح مشاعاً ولا تخلو مجلة من المجلات الكثيرة التي اطالعها من فصل او اكثر في ناحية من نواحي علم الطبيعة الجديد. وأشهر هذه المجلات نايتشر والمجلة الشهرية العلمية والسينتفك اميركان والعلم والحياة (مجلة فرنسية) وبعض فصول علمية في مجلاّت هاربرز والاتلنتكي منثلي والقرن التاسع عشر. وانما اريد ان اذكر بوجهٍ خاص ان الفصول الثلاثة في (الذرة — الكونتم — قصب السرعة) الواردة على شكل أحاديث بين عالم وعامي انمـا هي للدكتور بول هايل Paul Heyl أحد علماء مصلحة المقاييس الاميركية وقد نشرت في السينتفك أميركان. وفصل تحويل العناصر ملخص

محاضرة للورد رذرفورد مدير معمل كافندش الطبيعي بجامعة كمبردج وقد نشرت في مجلتي The Scientific Monthly, The Listener وجانب من فصل معقل الذرة منقول عن محاضرة للاستاذ اورثر كمطن استاذ الطبيعة في جامعة شيكاغو وقد نشرت في اعمال المعهد السمثصوني . وكلا رذرفورد وكمطن من نائلي جائزة نوبل الطبيعية

والفصول التي في الباب الثالث ترتدُّ الى مقالات نشرت في مجلة الفُورُم The Forum (اجنحة المستقبل — والسفن السهمية) والسينتفك اميركان (العلم ومصادر الوقود — رحلة الى المرّيخ) . اما التلفزة فقد جمعت حقائقها من مجلات مختلفة اشهرها مجلة التلفزة الانكليزية ومقال خاص للمقتطف بقلم مستنبطها المستر بارد

بقي الباب الاخير الذي يتناول مسائل الحياة وفي مطلعها الكهربائية والحياة (اتلنتك منثلي للمستر جورج غراي والسبكتاتور للاستاذ جوليان هكسلي) وصنع المادة الحية (السينتفك اميركان للمستر مينرد شِبلي) وفصلا التطور (كتاب : الخلق عن طريق التطوّر Creation by Evolution) وفصل « الغدد واعادة الشباب » مبني على رسالة مسهبة ظهرت في مجلة (The Realist) ومقالا « العلم وصلة البنوّة »و« غرائب للناعة» لعالمين لا اذكر اسميهما في مجلة الفورُم

استطيع وانا اكتب هذه الكلمات اعترافاً بالفضل لذويهِ أنْ اذكرَ عشرات من الموضوعات الخطيرة التي عالجها العلماءُ في العصر الحديث ولم أُشِرْ اليها الاَّ إلماماً في هذه الفصول . ولا عجب في هذا ، فالطبيعة والحياة بحران زاخران لا تعرف لهما حدودٌ ، وعقل الانسان وجهدهُ ، بلغا من التفوق والاجتهاد والتفرُّغ ما بلغا ، مكبّلان بقيود النشاط والوراثة والنزعة والمال والاقليم . فالجهد الذي بذلتهُ في هذا الكتاب محدود ببعض هذه الحدود او بها جميعاً

فاذا كنت قد أدّيت باخراجهِ خدمة يسيرة للثقافة العلمية العربية فذلك حسبي

فؤاد صرُّوف
رئيس تحرير المقتطف

دار المقتطف بمصر
اول سبتمبر ١٩٣٤

